

750 практических электронных схем

Справочное руководство

Составитель и редактор

Р. Фелпс

Перевод с английского

В.А. Логинова

Scan Pirat



Москва «Мир» 1986

750 Practical Electronic Circuits

Edited by Roland S. Phelps

**TAB BOOKS Inc.
1983**

ББК 32.85
С30
УДК 681.3.621.375

750 практических электронных схем: Справочное руководство. Пер. с англ./Сост. и ред.
С30 Р. Фелпс. — М.: Мир, 1986. — 584 с., ил.

В справочник, изданный в США, включены принципиальные схемы электронных устройств, разработанных ведущими зарубежными фирмами — изготовителями электронных компонентов. Представлены источники питания, измерительные приборы, генераторы, приемопередатчики и усилители, радиоуправляемые модели и многие другие схемы.

Для специалистов в области разработки и применения электронной техники, а также квалифицированных радиолюбителей.

2401000000-224
С 041 (01)-86 162-86, ч. 1

ББК 32.85

Редакция литературы по информатике и электронике

Справочное издание
750 ПРАКТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ
Составитель и редактор Р. Фелпс

Ст. научный редактор И.М. Андреева
Мл. редактор Ю.Л. Евдокимова
Художественный редактор Н.М. Иванов
Художник А.В. Лисицын
Технический редактор В.Н. Ефросимова
Корректор Т.Е. Лутанова

ИБ № 5419

Подписано к печати 28.04.86 г.
Формат 60 х 90 1/16. Бумага типографская №2
Гарнитура таймс. Печать офсетная.
Объем 18,25 бум.л. Усл.печ.л. 36,50.
Усл.кр.-отт. 73,00. Уч.изд.л. 33,55.
Изд. № 20/4008. Тираж 75 000 экз. Зак. 1105
Цена 2 р. 10 к.

Набрано в издательстве "Мир" на участке оперативной полиграфии
129820, ГСП, Москва, 1-й Рижский пер., 2

Типография Прейскурантиздата. 125438, Москва, Пакгаузное шоссе, 1

© 1983 by TAB BOOKS Inc.
© перевод на русский язык, с изменениями.
"Мир", 1986.

Предисловие переводчика

Широкое внедрение электронной техники практически во все отрасли человеческой деятельности привело к тому, что ежегодно разрабатываются многие тысячи разнообразных цифровых и аналоговых электронных схем. Значительная часть информации по схемотехнике сосредоточивается, как правило, в фирменных руководствах, остальная же часть публикуется в многочисленных периодических изданиях. Зачастую инженеру-схемотехнику (особенно начинающему свою практическую деятельность) бывает трудно ориентироваться в этом нарастающем потоке информации.

Предлагаемая читателю книга может оказать инженерам — разработчикам электронных схем (а также и квалифицированным радиолюбителям) существенную помощь, предоставив им возможность ознакомления с большим количеством практических электронных схем для различных применений. Большинство представленных в книге схем разработаны специалистами ведущих фирм — изготовителей электронных компонентов.

Особенностью книги является то, что она содержит только принципиальные схемы различных электронных устройств без каких-либо пояснений или комментариев. Однако заинтересованный читатель может вполне самостоятельно разобраться в этих схемах.

При переводе книги было сочтено необходимым в ряде случаев дать краткий комментарий к схемам и, по возможности, указать функциональную замену электронных компонентов отечественными. При этом для схем, не обладающих какими-либо специфическими техническими характеристиками, предпочтение отдавалось более доступной и дешевой элементной базе. Поэтому в различных схемах один и тот же элемент может иметь различную замену, а для ряда схем замена вообще не приводится, так как в схеме могут работать практически любые элементы. Надеемся, что подобное дополнение облегчит советскому читателю пользование книгой.

В. А. Логинов

Введение

В один из поздних вечеров 1835 г. Майкл Фарадей в своей лаборатории проводил эксперимент. Он соединил батарею с двумя электродами, которые погрузил в раствор нитрата серебра, и наблюдал за тем, как серебро таинственным образом осаждалось на отрицательном электроде. Дело в том, что батарея, провода, электроды и раствор нитрата серебра образовали непрерывный путь для электрического тока, и Майкл Фарадей работал с простой электрической схемой. Из этого эксперимента он заключил, что электрический ток должен также распространяться от положительного электрода к отрицательному. Так, Фарадеем было положено начало многочисленным терминам в современной электронике (электролит, электрод и электролиз были придуманы Фарадеем для описания его наблюдений).

Со времен Фарадея об электрических схемах узнали многое. В данной книге отражен гигантский рост познаний в электронике, который был получен в последние 150 лет. В ней вы найдете схемы, которые в свое время вызывали огромный интерес у специалистов. Большинство этих схем реализованы на современных интегральных элементах, в то время как другие просты и очень часто используются в областях, считавшихся еще недавно необычными для электронных схем.

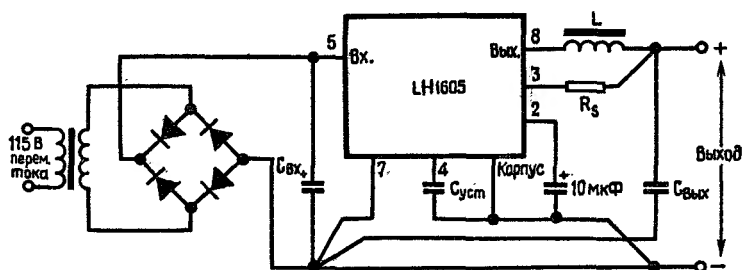
Эти схемы позволят вам провести многие часы над приятным изучением и послужат основой для собственных оригинальных экспериментов в вашей деятельности.

Считаю приятным долгом выразить благодарность многим прекрасным специалистам и фирмам, которые предоставили мне информацию для этой книги, в том числе фирмам AEG-Telefunken Corp., Analog Devices Inc., EXAR Integrated System Inc., LSI Computer Systems Inc., Motorola Inc., National Semiconductors Corp., Optical Electronics Inc., Precision Monolithics Inc., Raytheon Company, Signetics Corporation, Silicon Systems Inc., Sprague Electric Company, SGS Semiconductors Corp., Supertex Inc., Workman Electronic Products.

Р. Фелпс

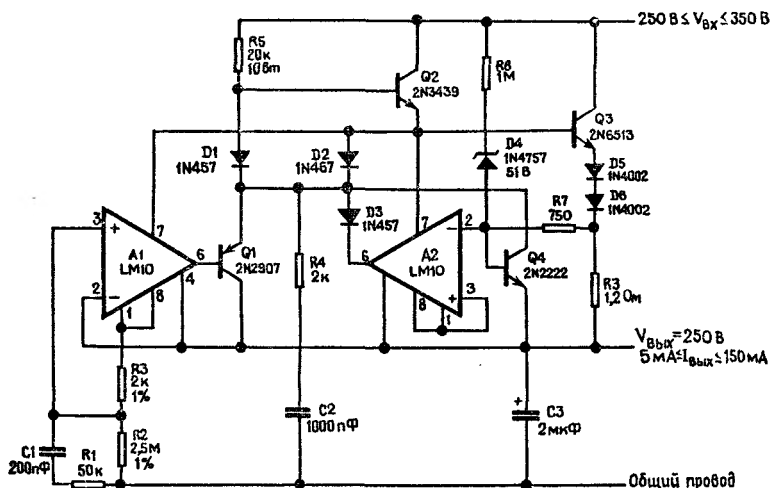
Глава 1

Источники питания и стабилизаторы напряжения



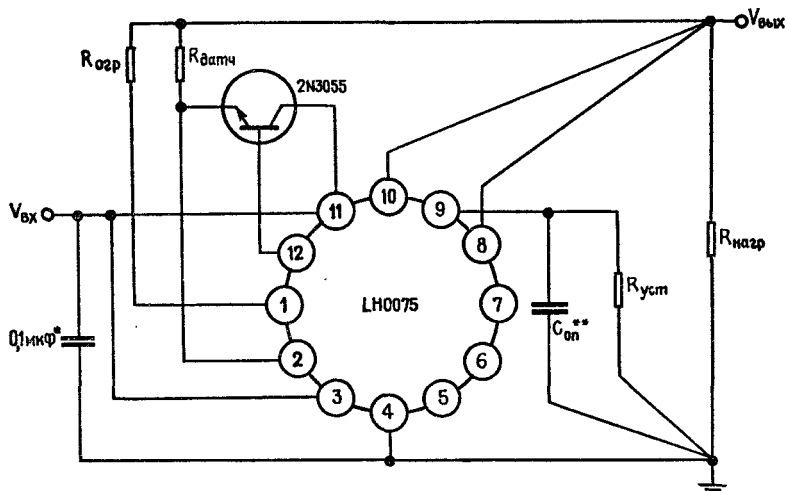
Типовая схема источника питания.

LH 1605 — мощный импульсный стабилизатор напряжения (отечественного аналога не имеет)



Высоковольтный стабилизатор напряжения с защитой.

Возможны замены: 1N4757 → КС547В; 1N4002 → КД208; 2N2907 → КТ502Б; 2N2222 → КТ503Б.

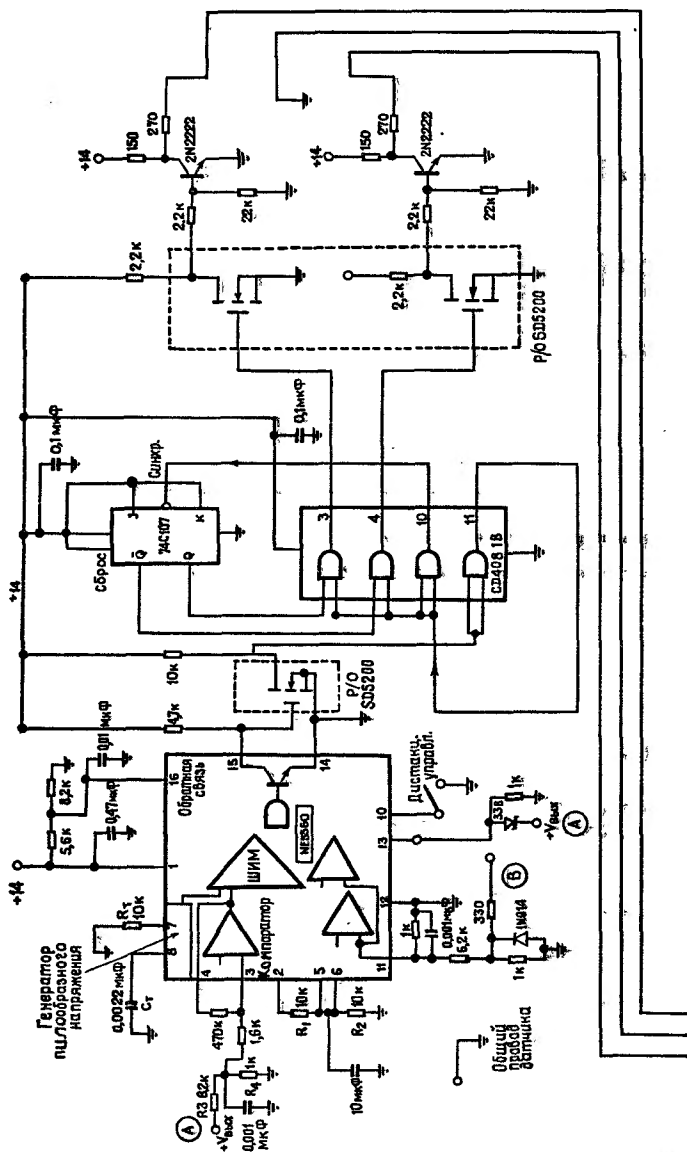


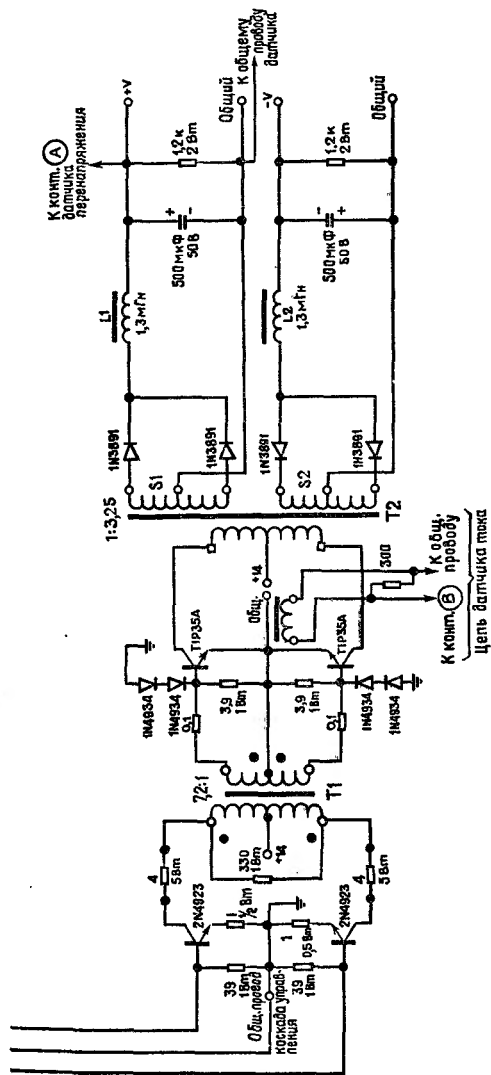
Стабилизатор напряжения на ток 2 А с ограничением тока.

* Конденсатор необходим, если устройство расположено далеко от конденсаторов фильтра.

** Конденсатор используется только для улучшения переходных характеристик.

Транзистор 2N3055 можно заменить любым мощным кремниевым транзистором с I_{к. макс} > 3 А.





Двухтактный импульсный источник питания на базе ИМС NE/ SE5560 с КМДП-логикой.

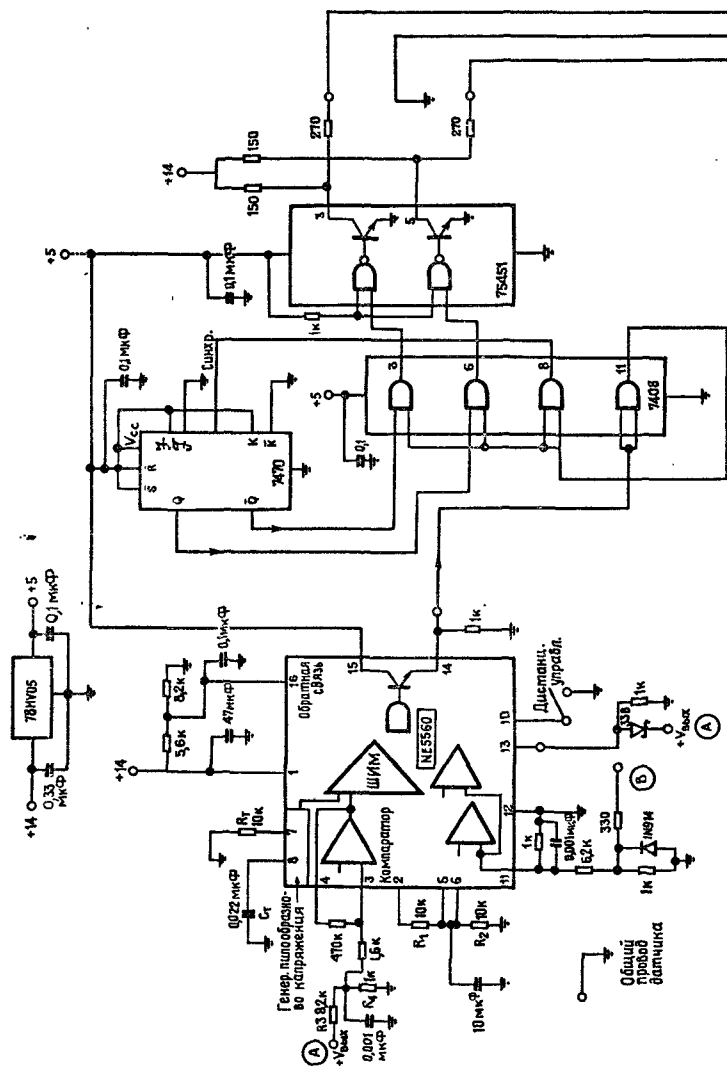
Пояснения. Силовые и сигнальные "земли" должны быть разделены.

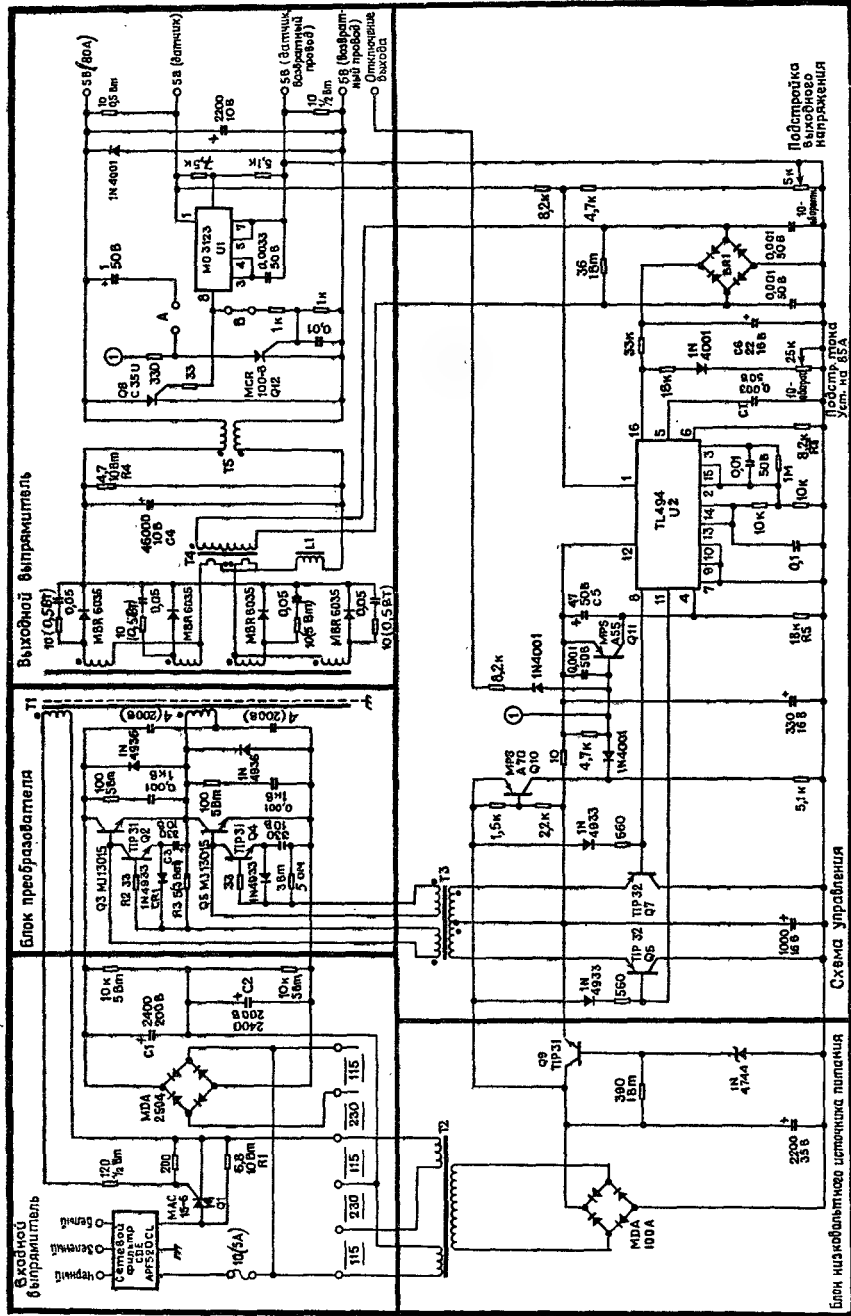
T1: первичная обмотка (со средней точкой) имеет 130 витков провода диаметром 0,48 мм, а вторичная обмотка (со средней точкой) – 18 витков провода диаметром 0,72 мм. Сердечник из феррита M2000.

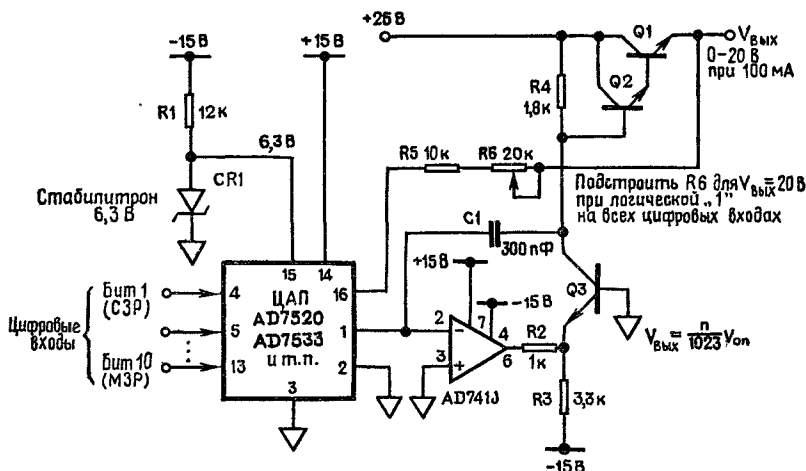
Датчик тока имеет 50 витков провода диаметром 0,48 мм на сердечнике из феррита M2000.

T2: первичная обмотка (со средней точкой) имеет 16 витков провода диаметром 1,2 мм, а вторичные обмотки (со средней точкой) – по 52 витка провода диаметром 0,72 мм на сердечнике из материала M2000.

Возможны замены: SD 5200 → KP305D, KP310A; 2N2222 → KT6465; 2N4923 → KT815B; 1N4934 → KT8198M; 1N4934 → KД208; 1N4934 → KД510A; стабилитрон на 33В → KС533; 1N3691 → 2Д216, КД213 (для выходных токов не более 10А); 74С107 → К176ТВ1; СД4081В → К561ПА7 + К561ЛН1. Материал сердечника трансформаторов и их намоточные данные выбираются в зависимости от мощности устройства.

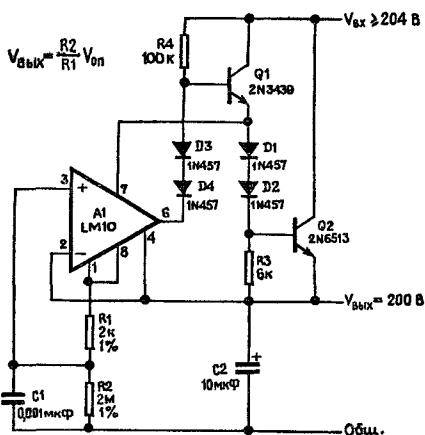






Источник питания с цифровым управлением.

Возможны замены: стабилитрон 6,3В → КС162А; AD7520 → К572ПА1; AD741J → К140УД7; можно использовать любые подходящие по мощности кремниевые транзисторы.



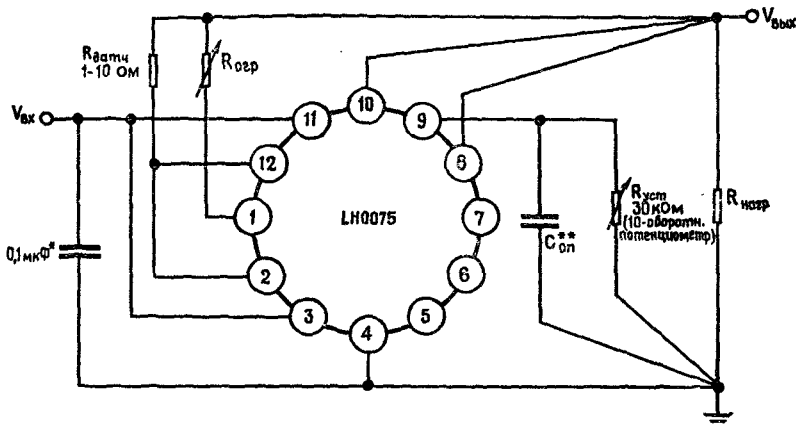
Высоковольтный стабилизатор напряжения

Использован 1-вольтовый операционный усилитель типа LM10 с встроенным источником опорного напряжения. Вместо него можно применить операционный усилитель К140УД12 с внешней схемой источника опорного напряжения. Кроме того, возможны следующие замены: 2N3439 → КТ604Б; 2N6513 → КТ812; 1N457 → КД509А, КД513.

400-ваттный импульсный источник питания.

Емкости всех конденсаторов представлены в микрофарадах. Все резисторы рассчитаны на мощность 0,25 Вт (если не указано на схеме).

Возможны замены: МАС 15-6 → КУ208В; MDA2504 → КЦ409В; MDA100А → КЦ412Б; 1N4933 → КД212; 1N4936 → КД212; 1N4744 → КС515; 1N4001 → КД208; Т1Р31 → КТ819Б; МJ13015 → КТ824А; МВR6035 → ДЧ151-80; С35U → КУ202А; МСR100-3 → КУ105А; Т1Р32 → КТ818Б; МРSА70 → КТ503Б; МРSА55 → КТ503Б



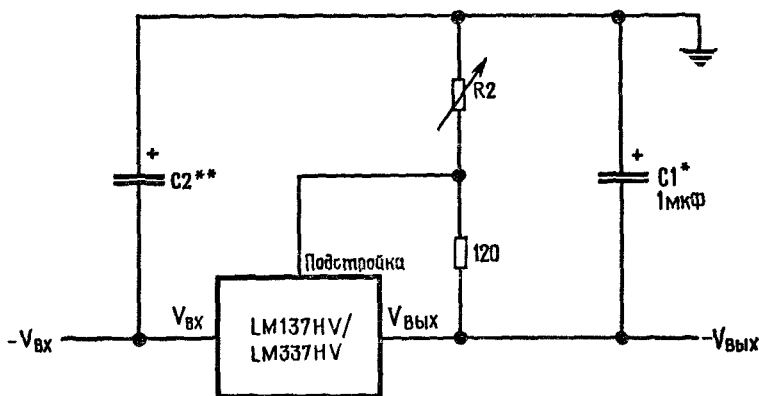
Источник регулируемого опорного напряжения с ограничением тока.

* Конденсатор необходим, если устройство расположено далеко от конденсаторов фильтра.

** Конденсатор используется только для улучшения переходных характеристик.

$$R_{\text{уст}} = V_{\text{вых.треб}} / I_{\text{макс}} \text{ мА}; I_{\text{вых.макс}} = \left[\frac{R_{\text{огр}}}{R_{\text{датч}}} + 1 \right] \cdot 1000 \text{ мкА.}$$

Возможна замена: ИМСLH0075 → К142ЕН (максимальный выходной ток равен 1А)

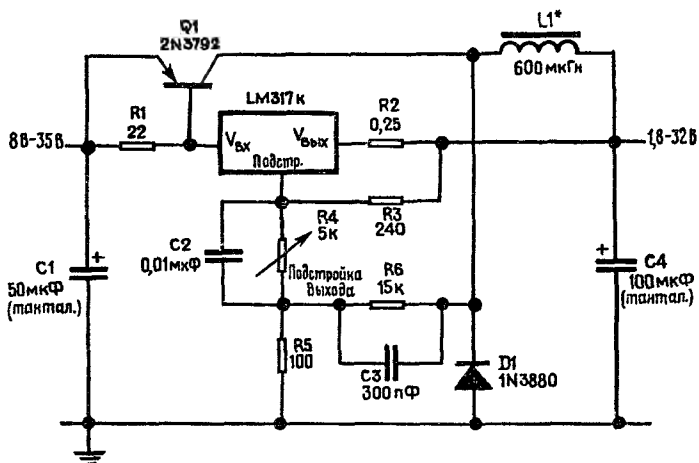


Подстраиваемый стабилизатор отрицательного напряжения.

* C1 = 1 мкФ (танталовый) или C1 = 10 мкФ (алюминиевый электролитический); необходим для устойчивой работы стабилизатора. Обычно в качестве выходных конденсаторов используются танталовые или алюминиевые электролитические конденсаторы для уменьшения выходного сопротивления и для сглаживания переходных процессов.

** C2 = 1 мкФ (танталовый); конденсатор необходим, если стабилизатор удален от конденсатора фильтра источника питания более чем на 10 см.

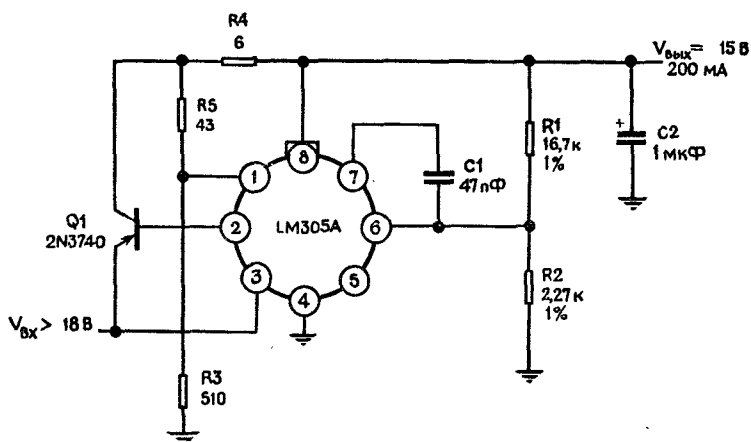
$$V_{\text{вых}} = -1,25 \text{ В} (1 + R_2 / 120 \text{ Ом})$$



Недорогой импульсный стабилизатор напряжения на ток до 3А.

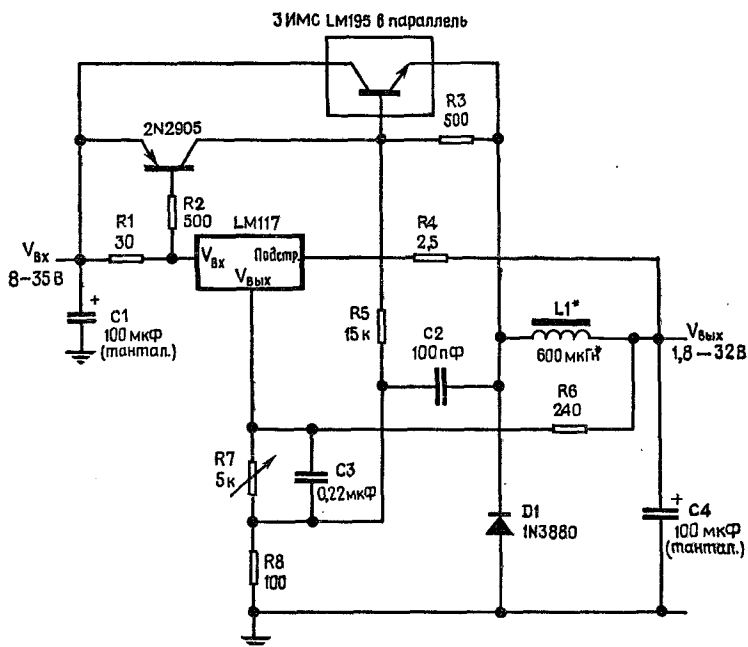
*Сердечник Arnold A-254168-2 (60 витков).

Возможны замены: 2N3792 → КТ818ГМ; 1N3880 → КД213; C4 → типа ЭТО, К52-1.



Линейный стабилизатор с ограничением тока.

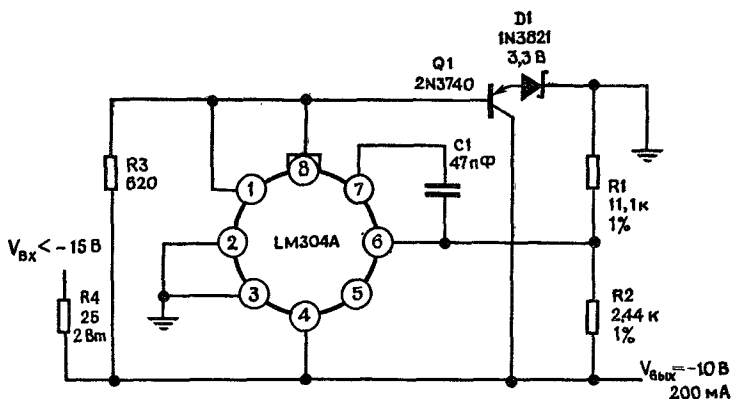
Возможны замены: 2N3740 → КТ816Б, LM305А → К142ЕН3.



Импульсный стабилизатор напряжения с защитой от перегрузки на ток до 4А.

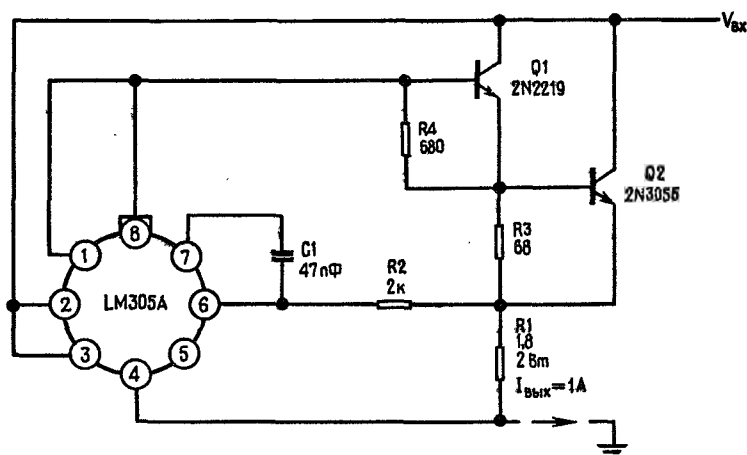
*Сердечник Arnold A-254168-2 (60 витков).

Возможны замены: LM195 → любой соответствующий по мощности кремниевый транзистор;
 2N2905 → КТ502Б; 1N3880 → КД213; $C4$ → типа ЭТО, К52-1.



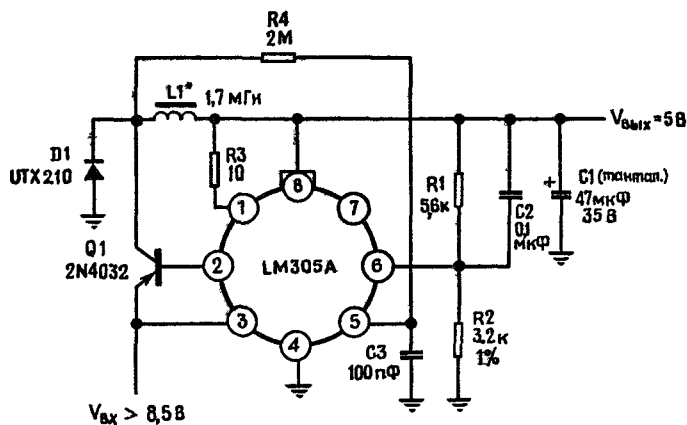
Параллельный стабилизатор.

Возможны замены: LM304A → К275ЕН12; 2N3740 → КТ816Б; 1N3821 → КС133А.



Стабилизатор тока.

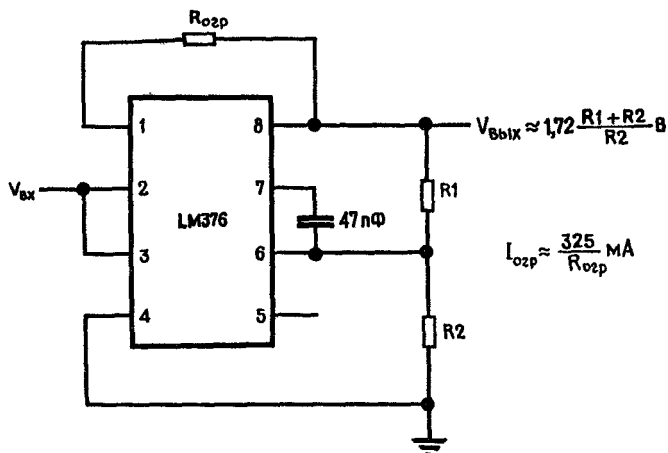
Возможны замены: 2N2219 → КТ803Б; 2N3055 → КТ803А; КТ819Б.



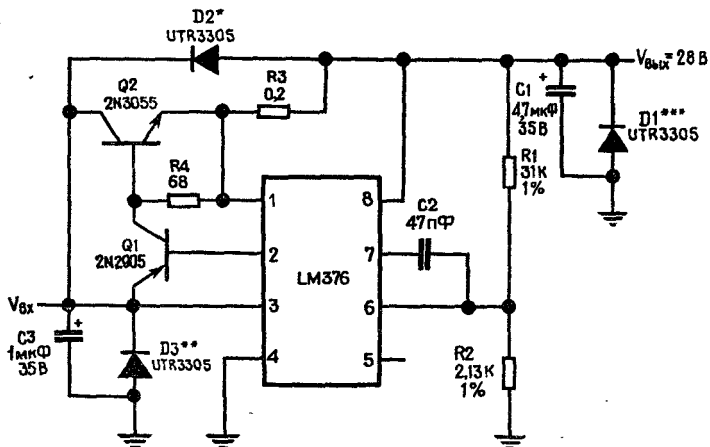
Импульсный стабилизатор.

* Обмотка имеет 125 витков провода диаметром 0,72 мм на сердечнике из молибденового пермаллоя.

Возможны замены: UTX210 → КД212; 2N4032 → КТ803Б; C1 → типа ЭТО, К52-1.



Типовой стабилизатор положительного напряжения с ограничением тока.
Возможны замены: LM376 → K142ЕН1, K142ЕН2; K1009ЕН1.



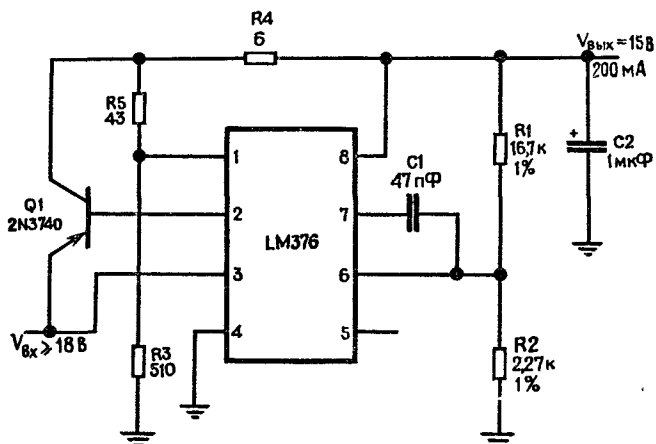
Стабилизатор на ток 1А с защитными диодами.

* Защита от короткого замыкания по входу или от индуктивных нагрузок в источнике питания.

** Защита от переплюсовки входного напряжения.

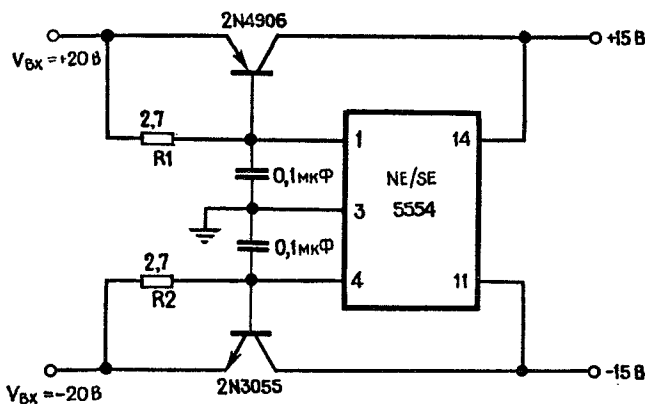
*** Защита от переплюсовки выходного напряжения.

Возможны замены: UTR3305 → КД212; 2N2905 → КТ502В; 2N3055 → КТ803А, КТ819Б.



Линейный стабилизатор напряжения с ограничением тока.

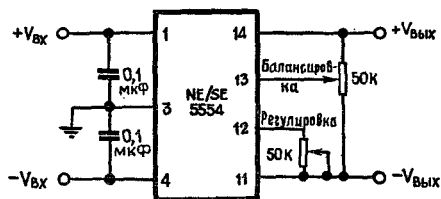
Возможна замена: 2N3740 → КТ816Б.



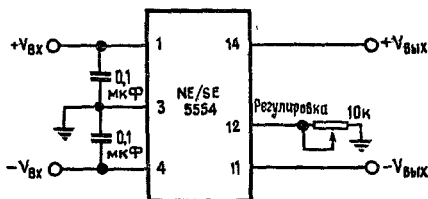
Сдвоенный сильноточный стабилизатор.

$$\beta(Q) \geq \frac{I_{\text{вых. макс}}}{I_{\text{п. макс}}}; \quad R1 = R2 = \frac{\beta \cdot V_{\text{БЭ}}}{I_{\text{рег. макс}} (\beta + 1) - I_{\text{вых. макс}}}$$

Возможны замены: ИМС NE/SE5554 → К142ЕН6; 2N3055 → КТ819Б; 2N4906 → КТ818Б.



Сдвоенный стабилизатор с изменяемым выходным напряжением.
Можно использовать ИМС К142ЕН6 (в типовом включении).



Сдвоенный стабилизатор с $\pm V_{\text{Вых}} > 15 \text{ В}$.

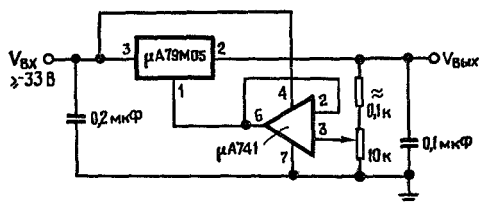
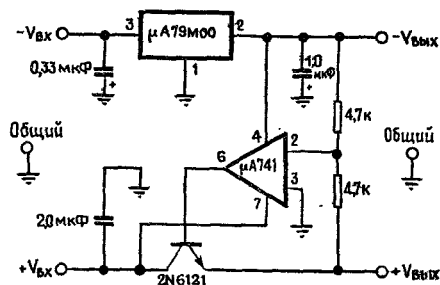


Схема с переменным выходным напряжением (от -30 В до -7 В).
Возможны замены: $\mu\text{A79M05} \rightarrow \text{K275ЕН7}$; $\mu\text{A741} \rightarrow \text{K140УД7}$.



Биполярный стабилизатор напряжения.

Возможны замены: $\mu\text{A79M00} \rightarrow \text{K275ЕН12}$ (в типовом включении); $\mu\text{A741} \rightarrow \text{K140УД7}$; $2\text{N6121} \rightarrow \text{KT827В}$.

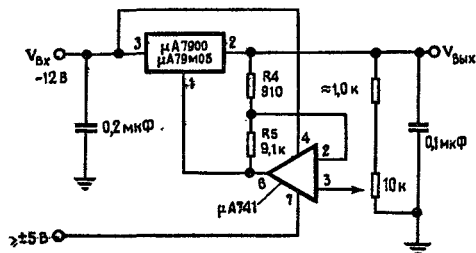


Схема с переменным выходным напряжением (от $-0,5$ В до -10 В).

Возможны замены: $\mu A79M05 \rightarrow K275EH7$; $\mu A741 \rightarrow K140UD7$.

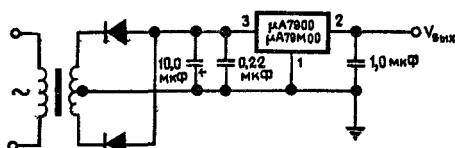
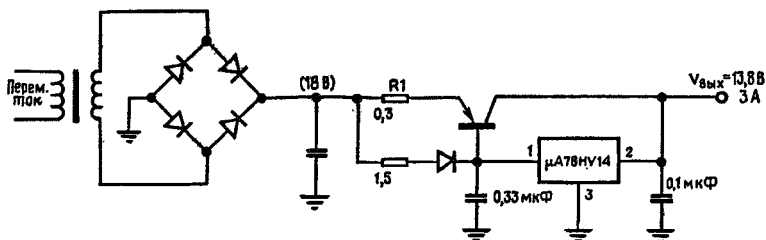


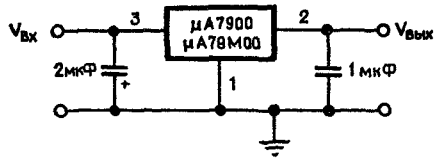
Схема с отрицательным выходным напряжением.

Вместо ИМС $\mu A79M00$ можно использовать $K275EH7$ (в типовом включении).

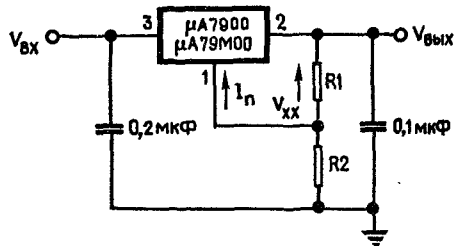


Источник питания для замены аккумулятора.

Возможны замены: транзистор $\rightarrow$ любой мощный кремниевый транзистор $p-n-p$ -типе; диод $\rightarrow$ КД208; ИМС 78HV14 $\rightarrow$ К142ЕН85.

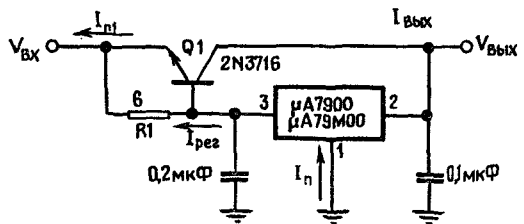


Стабилизатор тока с фиксированным выходным напряжением.
Можно использовать ИМС серий К403 и К275 (в типовом включении)



$$|V_{\text{ВЫХ}}| = V_{\text{ХХ}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_n R_2$$

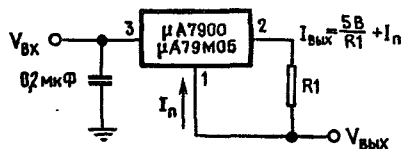
Стабилизатор с регулируемым выходом.
Можно использовать ИМС серии К403 (в типовом включении)



Сильноточный стабилизатор.

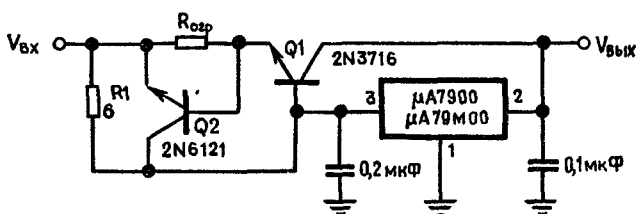
$$R_1 = \frac{V_{\text{БЭ}}(Q_1)}{I_{\text{рег}}} = \frac{\beta V_{\text{БЭ}}(Q_1)}{I_{\text{п. макс}}(\beta + 1) - I_{\text{ВЫХ. макс}}};$$

$I_{Q_1} = \beta(Q_1) I_{\text{рег}}$, где $I_{\text{п. макс}}$ – максимальный ток, допустимый для микросхемы.
Возможны замены: ИМС → серии К403; 2N3716 → КТ819БМ.



Стабилизатор тока.

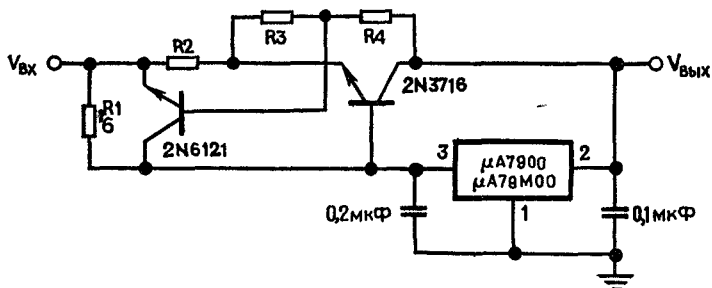
Можно использовать ИМС серии К403.



Сильноточный стабилизатор с защитой от короткого замыкания.

$$R1 = \frac{\beta V_{БЭ} (Q1)}{I_{п. макс} (\beta + 1) - I_{вых. макс}}; R_{огр} = \frac{V_{БЭ} (Q2)}{I_{к. з}}$$

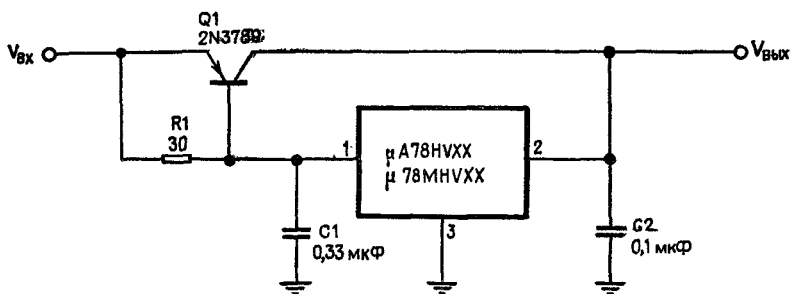
Возможны замены: 2N3716 → КТ819БМ; 2N6121 → КТ827; ИМС μA7900 → К403 (в типовом включении).



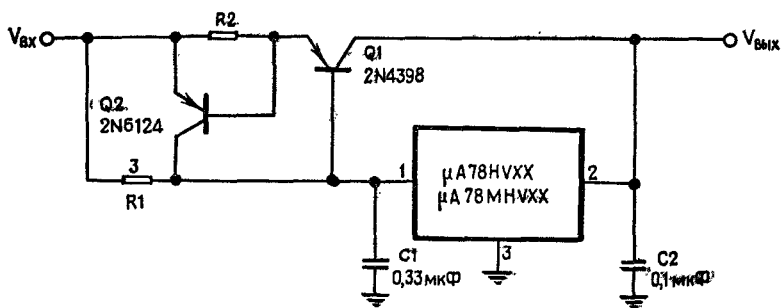
Сильноточный стабилизатор с ограничением тока.

$$R1 = \frac{\beta V_{БЭ} (Q1)}{I_{п. макс} (\beta + 1) - I_{вых. макс}}$$

Возможны замены: 2N3716 → КТ819БМ; 2N6121 → КТ827; ИМС μA7900 → К403 (в типовом включении)



а

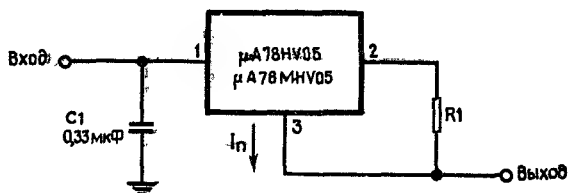


б

Сильноточные стабилизаторы.

Возможны замены: 2N3789 → КТ819БМ; 2N4398 → КТ947; 2N6124 → КТ816А (лучше КТ825А)

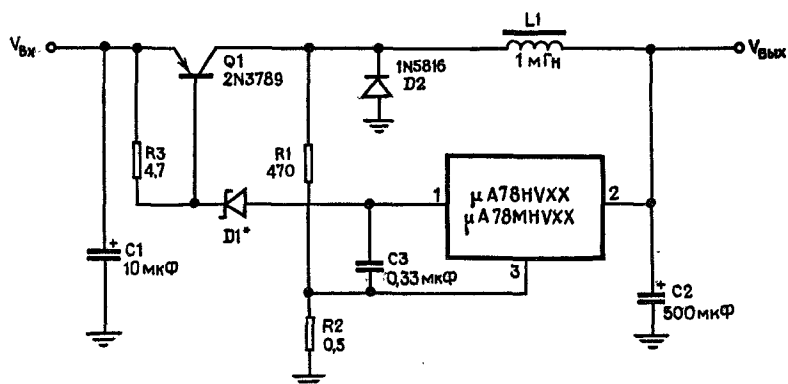
ИМС μA78HVXX → К142ЕН5, К142ЕН9, К142ЕН8.



$$I_{\text{ВЫХ}} = \left(\frac{5,0 \text{ В}}{R1} \right) + I_n$$

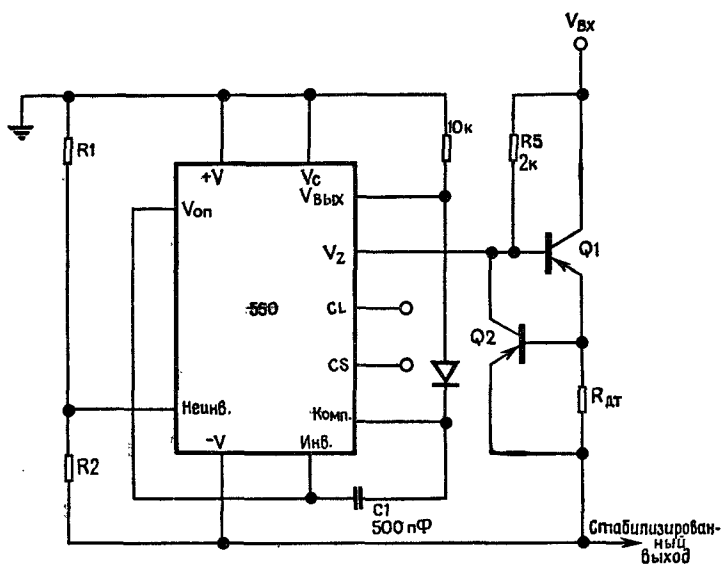
Стабилизатор тока.

Можно использовать ИМС К142ЕН5А.



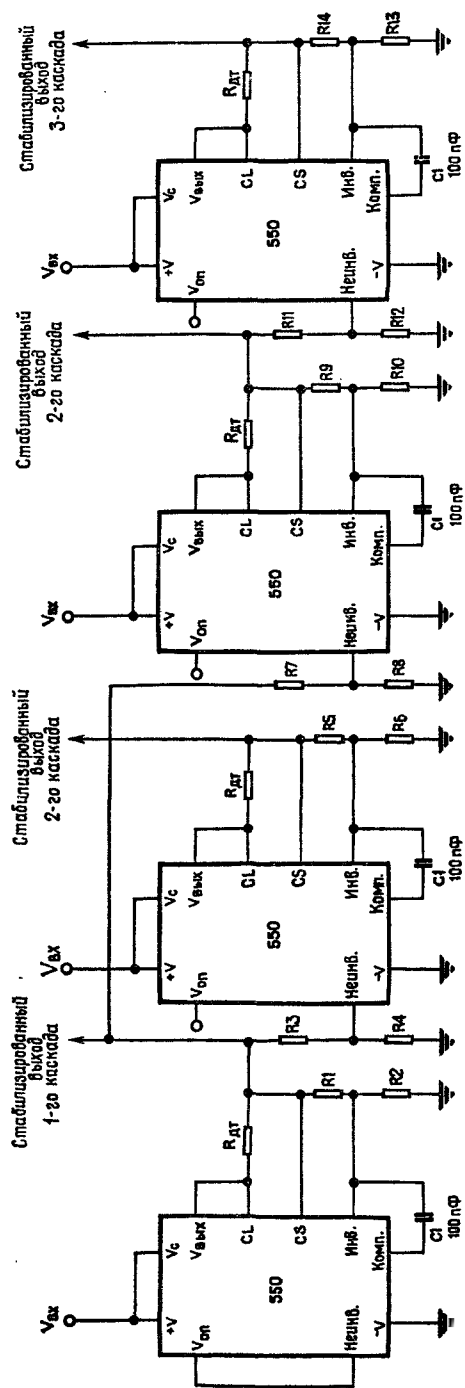
Импульсный стабилизатор.

Возможны замены: 2N3789 → КТ819БМ; 1N5816 → КД212; ИМС μ A78HVXX → К142ЕН5А, К142ЕН9, К142ЕН8.

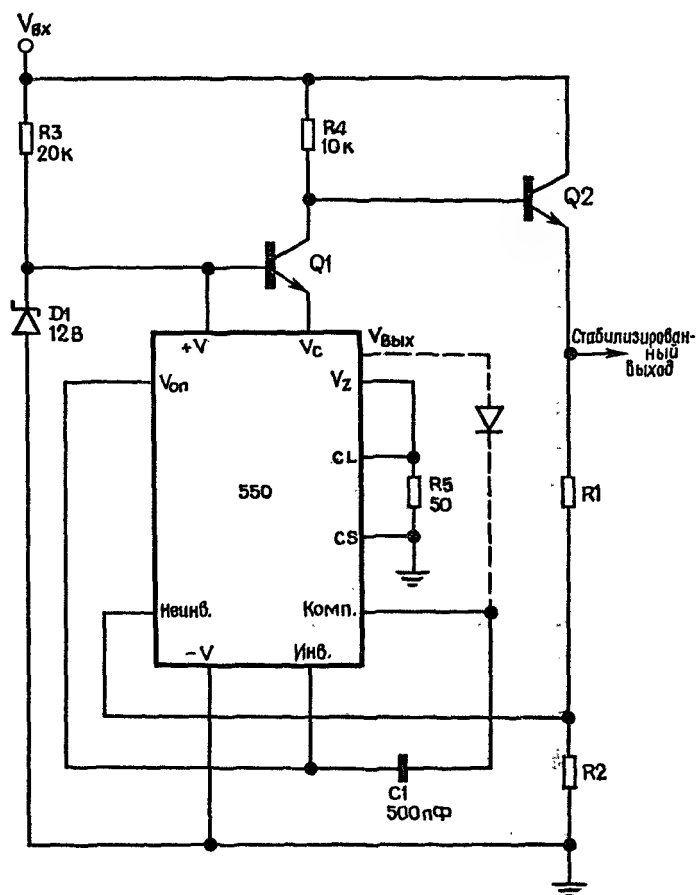


Стабилизатор отрицательного напряжения с защитой от перегрузки.

Можно использовать ИМС К1009ЕН1 и любые кремниевые транзисторы и диоды.

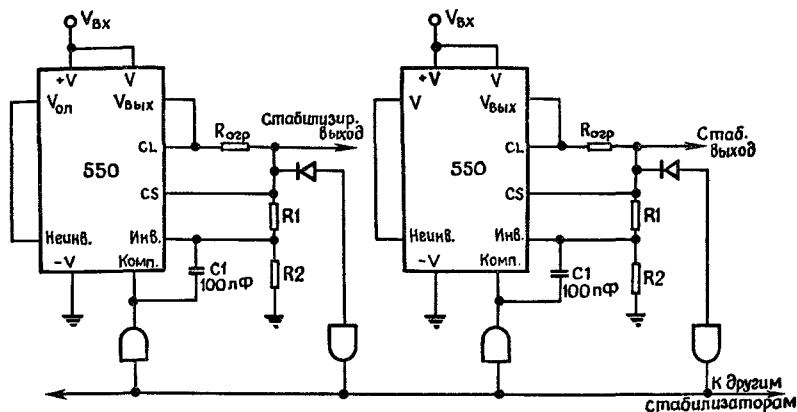


Какадный стабилизатор.
Можно использовать ИМС К100БЕН1.



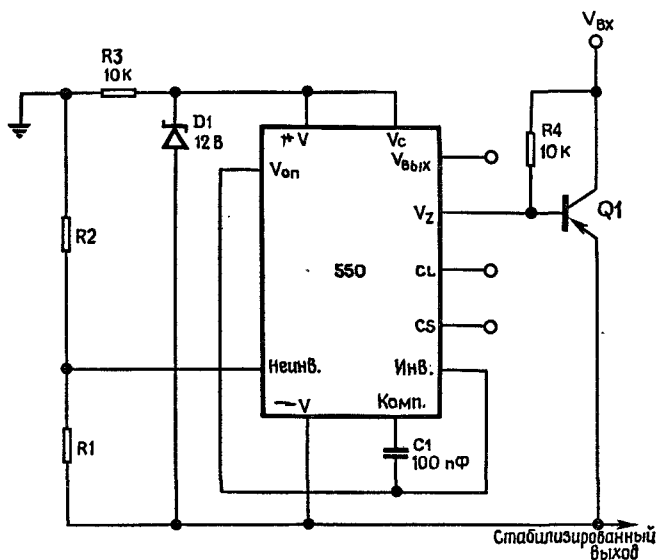
Стабилизатор с изменяемым положительным выходным напряжением.

Возможны замены: 550 → К1009ЕН1; D1 → Д814Г; Q1 и Q2 → любые кремниевые транзисторы необходимой мощности.



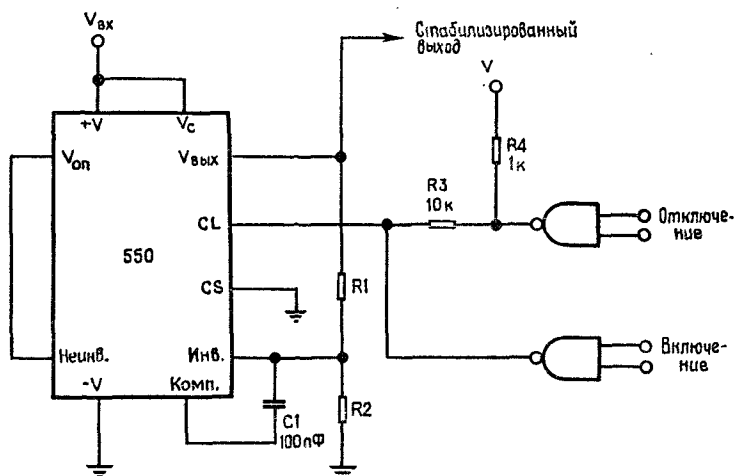
Дистанционное управление несколькими источниками питания.

Возможны замены: 550 → К1009ЕН1; диоды → любые кремниевые диоды с обратным напряжением ≥ 50 В и прямым током ≥ 10 мА.



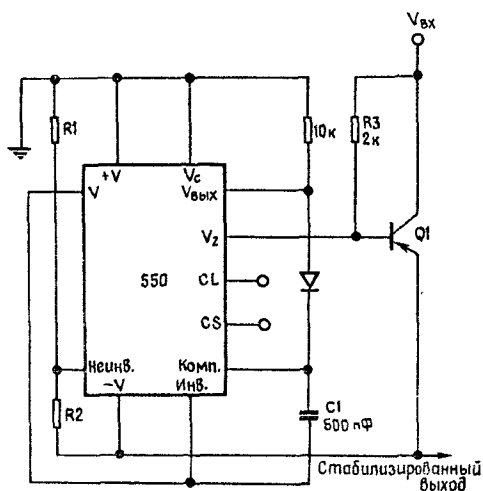
Стабилизатор с изменяемым отрицательным выходным напряжением.

Возможны замены: 550 → К1009ЕН1; D1 → Д814Г; Q1 → любой кремниевый транзистор необходимой мощности.



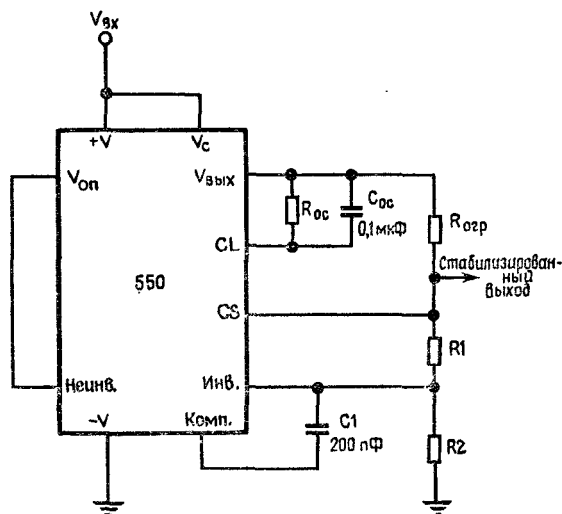
Стабилизатор с дистанционным включением.

Возможны замены: 550 → K1009ЕН1; логические вентили И-НЕ → вентилями серий K155, K531 и K555 (с открытым коллектором)



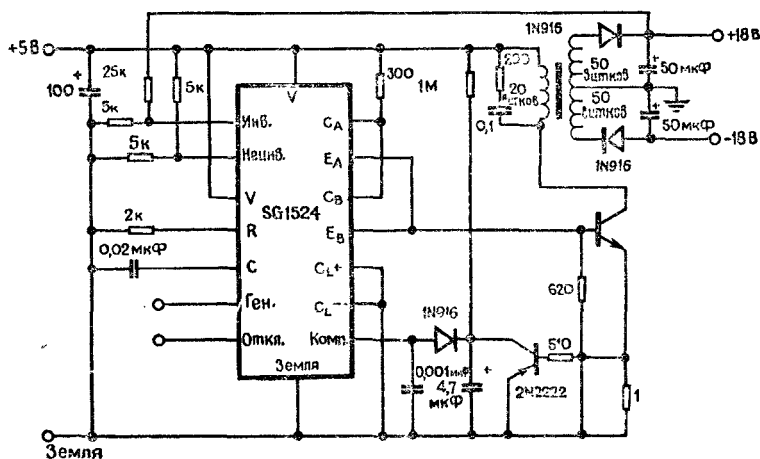
Типовая схема стабилизатора отрицательного напряжения.

$V_{вых} = V_{оп} \cdot (R1 + R2) / R2$; $R1 R2 / (R1 + R2) = 2 \text{ кОм}$ (для минимального температурного дрейфа)



Ограничитель тока с обратной характеристикой.

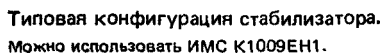
Можно использовать ИМС К1009ЕН1



Слаботочный источник питания, использующий преобразователь для получения $\pm 15 В$ при 20мА от стабилизированной шины + 5 В.

Источник опорного напряжения в ИМС SG1524 не используется, так как входное напряжение стабильно. Ограничение тока в преобразователе затруднено и осуществляется датчиком тока в первичной цепи и схемой сброса и "мягкого" запуска.

Можно использовать любые кремниевые диоды и транзисторы малой мощности.



В схеме можно использовать опереционный усилитель К153УДЗ и любые кремниевые транзисторы необходимой мощности.

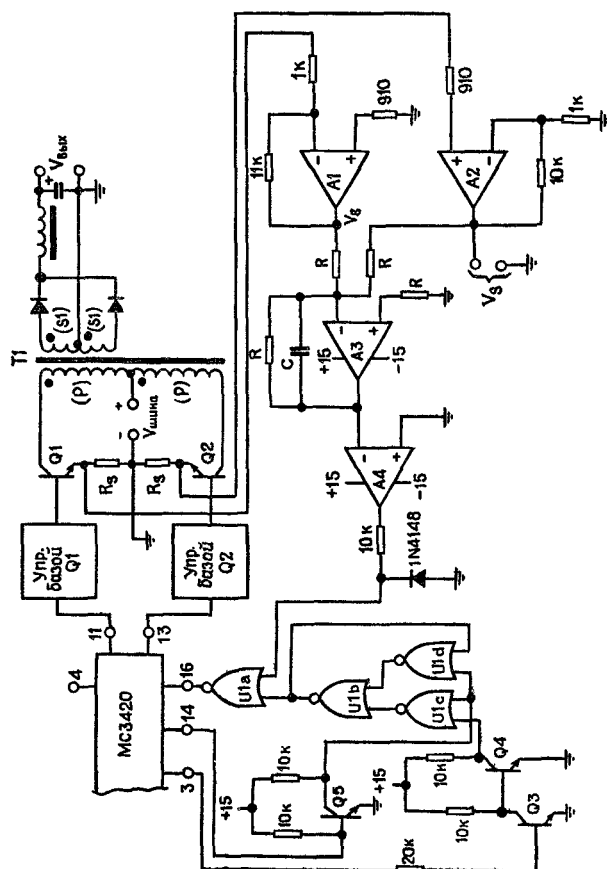
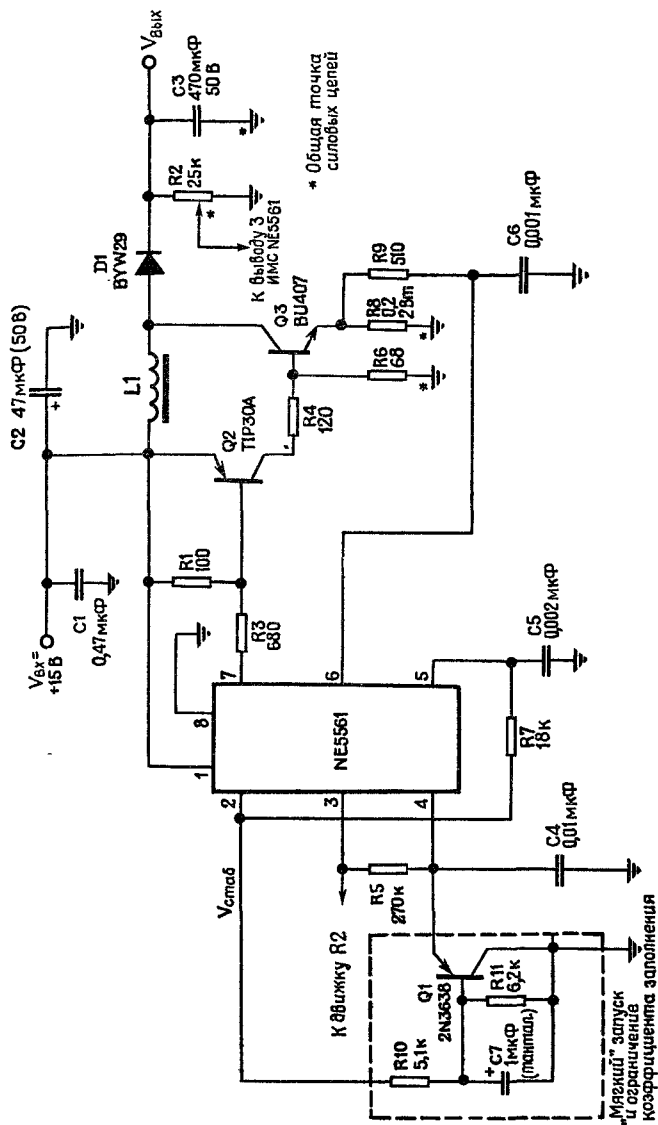


Схема с коррекцией симметрии выходного напряжения.

Q1, Q2 — транзисторы ключевого инвертора; Q3 — Q5 → 2N4401; T1 — трансформатор мощного инвертора; U1 — MC14001 КМДП 4 x 2 (ИЛИ-НЕ).

Возможны замены: 1N4148 → КД521А, 2N4401 → КТ815; MC14001 → К561ПЕ5.



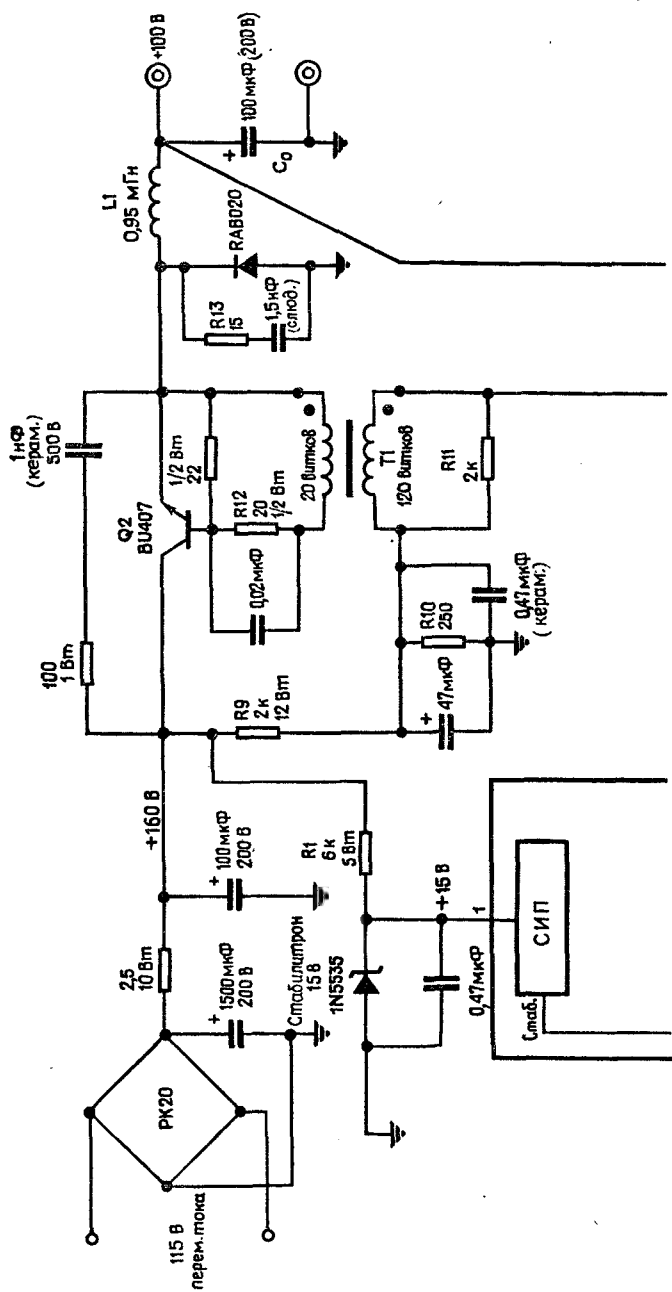
Преобразователь постоянного тока на ИМС NE5551 ($U_{\text{вых}} = 18 \text{ В} \div 30 \text{ В}$ при $0,2 \text{ А}$).

C5 — времязадающий конденсатор (0,03 мкФ для частоты 22 кГц).

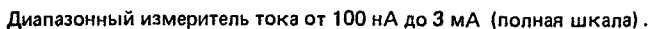
L1 — катушка, содержащая 14 витков эмалированного провода диаметром 1,2 мм на ферритовом сердечнике с $\mu = 2000$ (0,14 мГн).

$$\delta f_{\text{макс}} = f \left[\frac{R_{11}}{R_{10} + R_{11}} (V_2 + V_{\text{БЭ}}) \right].$$

Возможны замены: ВУВ29 → КД213; ТР30А → КТ816В; ВУ407 → КТ805А.



Измерительные схемы



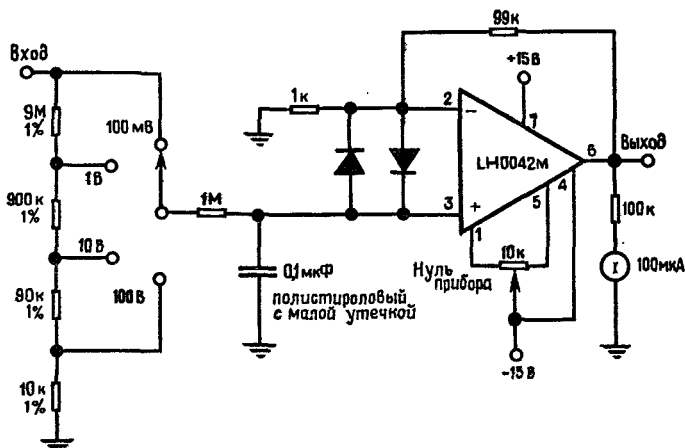
Падение напряжения на входе изменяется от 100 мкВ до 3 мВ. Буферизация операционного усилителя устраняет погрешности при перегрузке большими токами. Выход схемы может также подключаться к цифровому или импульсному вольтметру.

* Калибровка шкалы 1.

• Калибровка шкалы 3.

*** Содержит переключатель полярности.

Возможны замены: LM11 → К1409УД1; LM385 → источник опорного напряжения 1,2 В (можно реализовать на операционном усилителе); 2N2484 → КТ3102Е; 2N2219 → КТ503Б; 2N2905 → КТ502Б; 1N457 → КД508.



Чувствительный недорогой "ламповый вольтметр"

Возможна замена: LM0042M → K544УД1; диоды → любые кремниевые маломощные диоды.

Полная схема быстродействующего цифрового вольтметра.

D120/121 – специализированный комплект ИМС для цифрового вольтметра (аналога не имеет), CR430 – стабилизатор тока 4.3 мА (может быть реализован на полевом транзисторе; REF– 0,1 источник опорного напряжения 10 В (20 мА)).

Возможны замены: DAC– 20 → K572ПА1 или K594ПА1 (в типовом включении); 2N2904 → КТ315Б; 74LS74 → K555ТМ2; CD4013 → K561ТМ2; OP-05 → K140УД17; OP-15 → K140УД18; E112 → КП303Б; 1N914 → любой маломощный кремниевый диод; 906/РС → K555ЛН1; светодиодный индикатор 7653 и дешифратор DM8857 → индикаторы из серии АЛС и дешифраторы из серии KP514; Q2 → любой маломощный кремниевый *p-n-p*-типа; 79M12С → K275ЕН12; 7805 → K142ЕН5А; 78V15 → K142ЕН8Б; K275ЕН15; 4508 → K561ИР6 в режиме параллельного ввода данных.

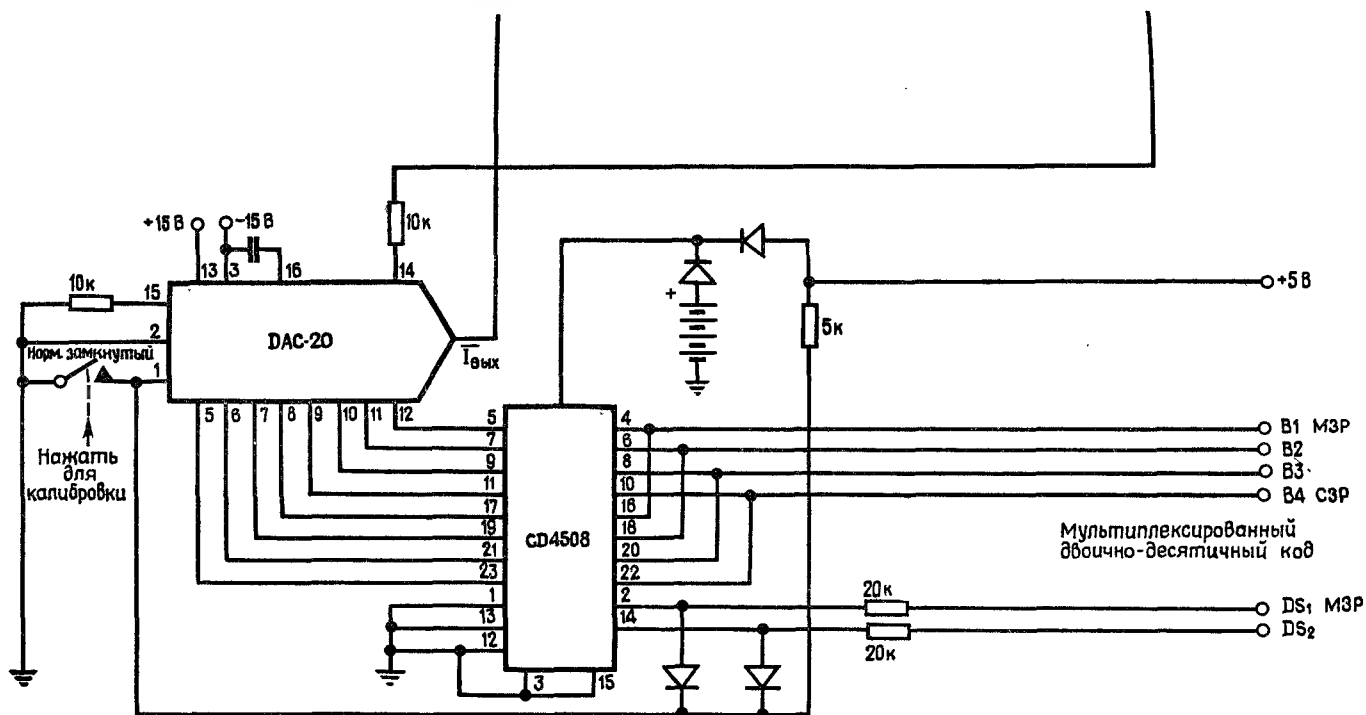
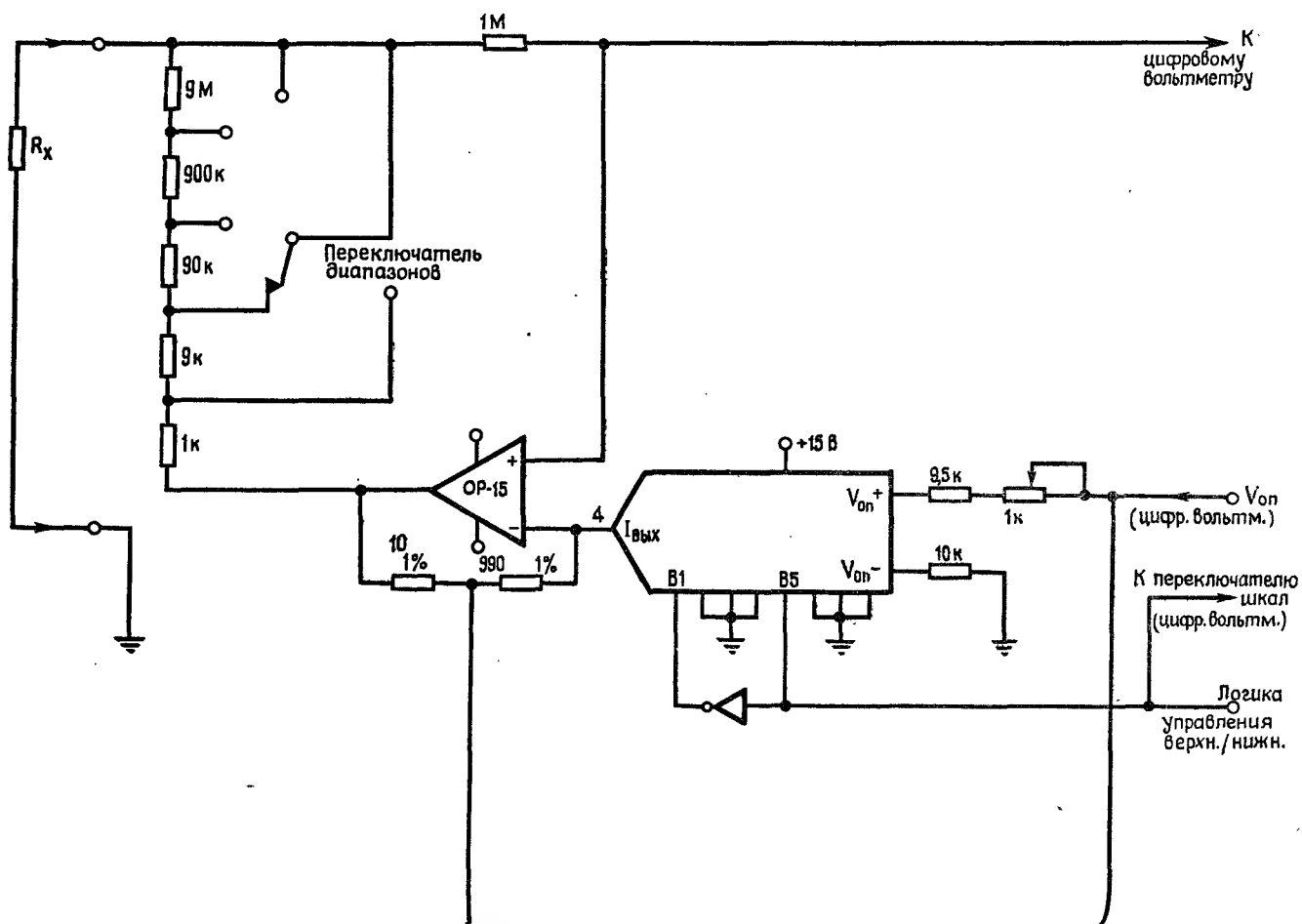
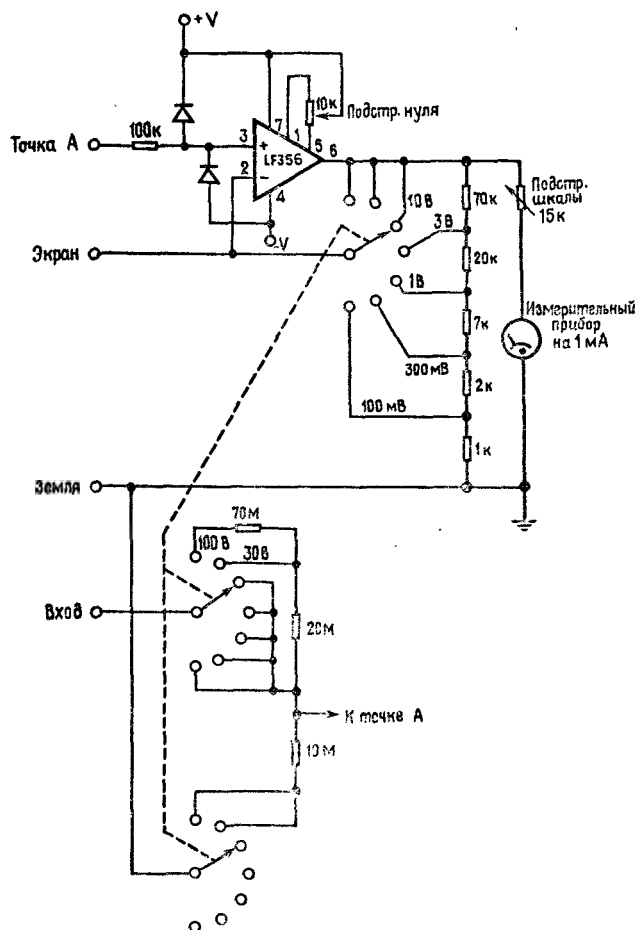


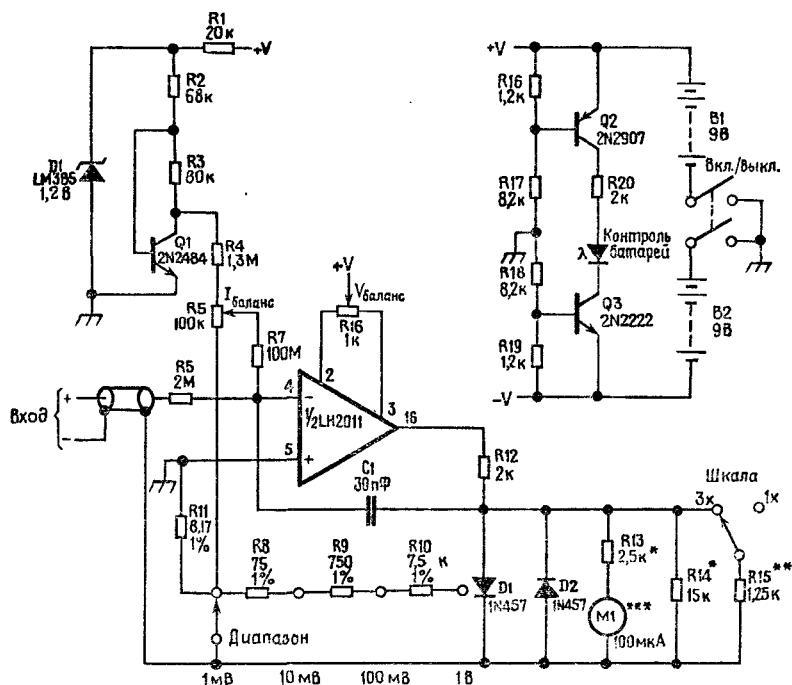
Схема измерения сопротивления с автоматической калибровкой.

Возможны замены: OP-15 → К140УД18; DAC-20 → К572ПА1; диоды → любые маломощные кремниевые; инвертор → К155ЛН1; CD4508 → К561ИР6 в режиме параллельного ввода данных.



Вольтметр.

Возможны замены: LF356 → К140УД18, диоды → любые маломощные кремниевые.



Милливольтметр с высоким входным сопротивлением.

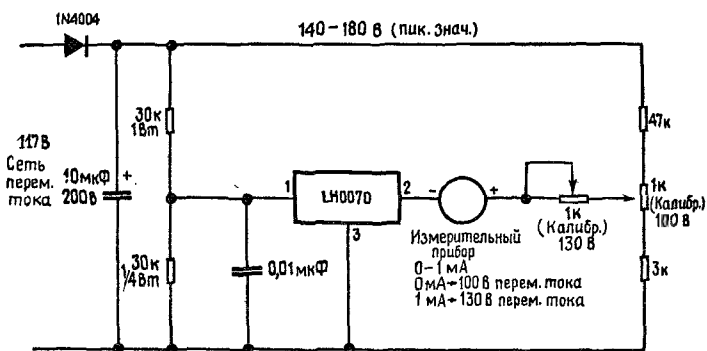
Входной ток пропорционален входному напряжению (~ 10 нА на всю шкалу). Опорный источник можно использовать для реализации омметра с линейной шкалой.

* Калибровка шкалы 1.

** Калибровка шкалы 3.

*** Содержит переключатель полярности.

Возможны замены: LM385 $\rightarrow$ источник опорного напряжения 1,2 В (можно реализовать на операционном усилителе); 2N2484 $\rightarrow$ КТ3102Е; LH2011 $\rightarrow$ К1409УД1; 1N457 $\rightarrow$ ГД508; 2N2907 $\rightarrow$ КТ502Б; 2N2222 $\rightarrow$ КТ503Б.



Вольтметр переменного тока с растянутой шкалой.

Возможны замены: LM0070 → К275ЕН10; 1N4004 → КД105Г

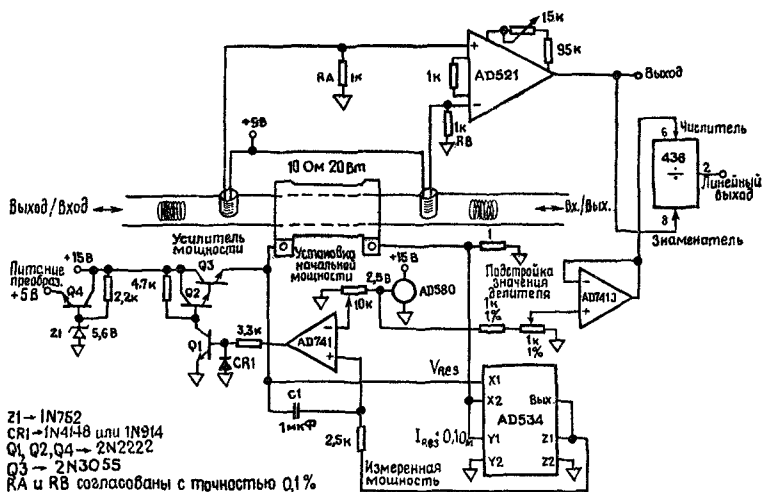
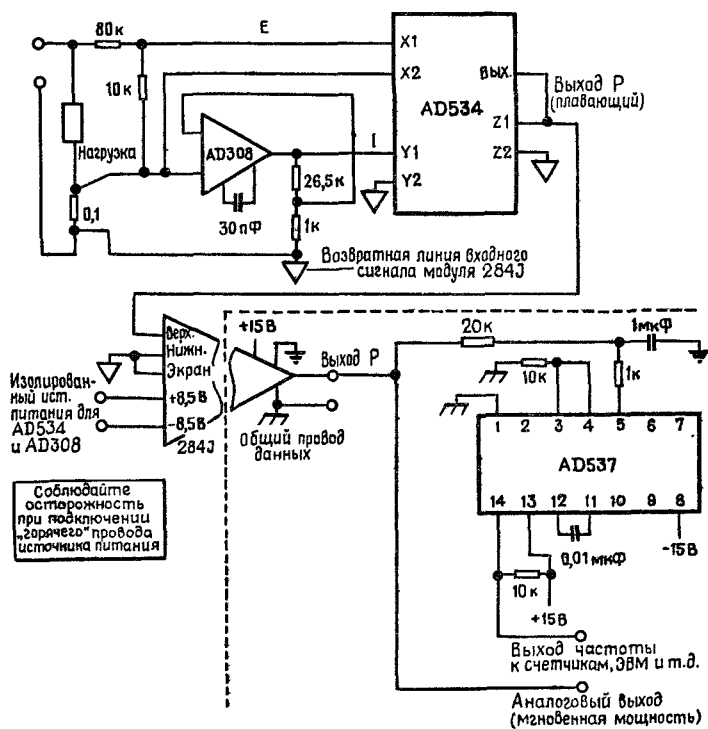


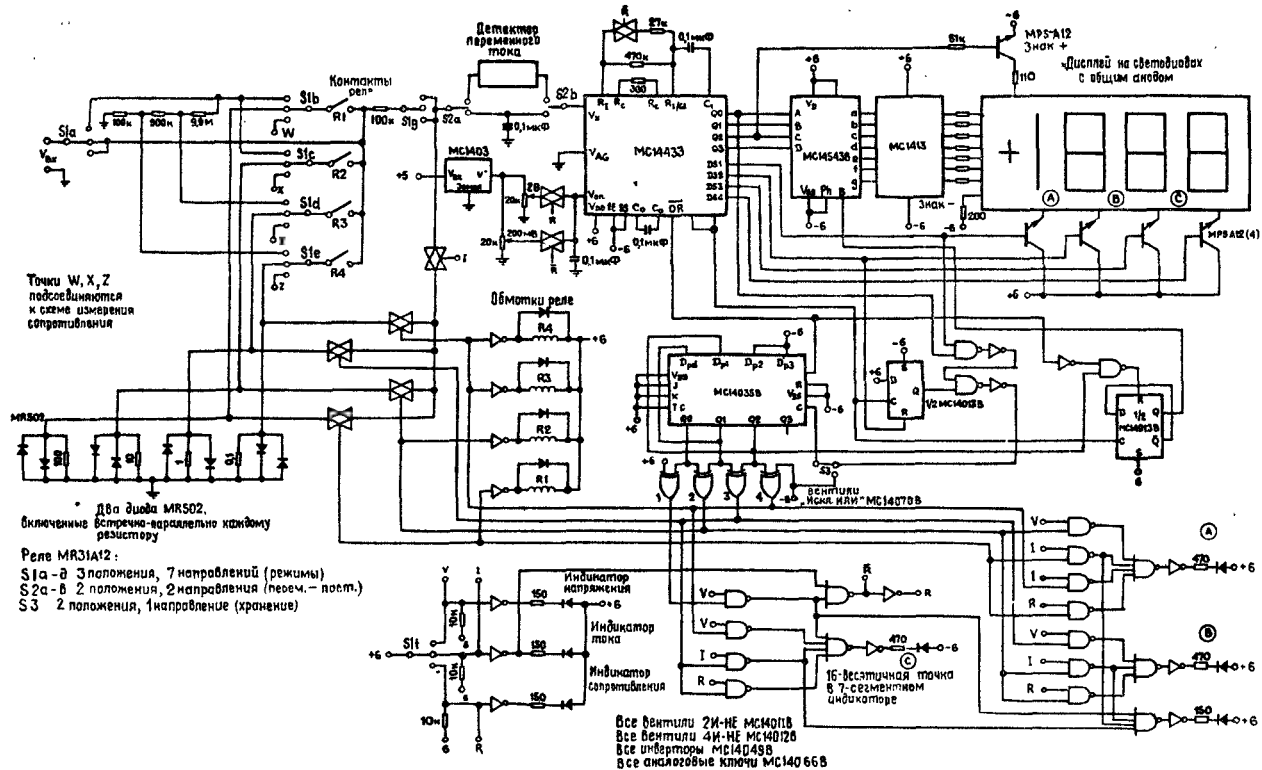
Схема измерителя потока жидкости.

Возможны замены: 1N752 → КС156А; 1N4148 → КД503Б, 1N914 → любой маломощный кремниевый диод; AD741 → К140УД7; AD580 → источник опорного напряжения 2,5 В (10 мА) 2N2222 → КТ503Б; 2N3055 → КТ803А (КТ819БМ); AD534 → К525ПС2 (К525ПГ3) 436 → К525ПС2 в режиме делителя; AD521 → К140УД14



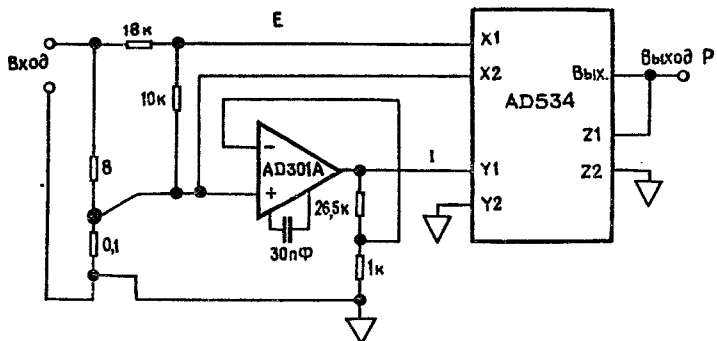
Силовой ваттметр (счетчик электроэнергии).

Возможны замены: AD308 → К140УД14; AD534 → К525ПС3; AD537 → КР1108ПП1. 284J — модуль прецизионного ОУ.



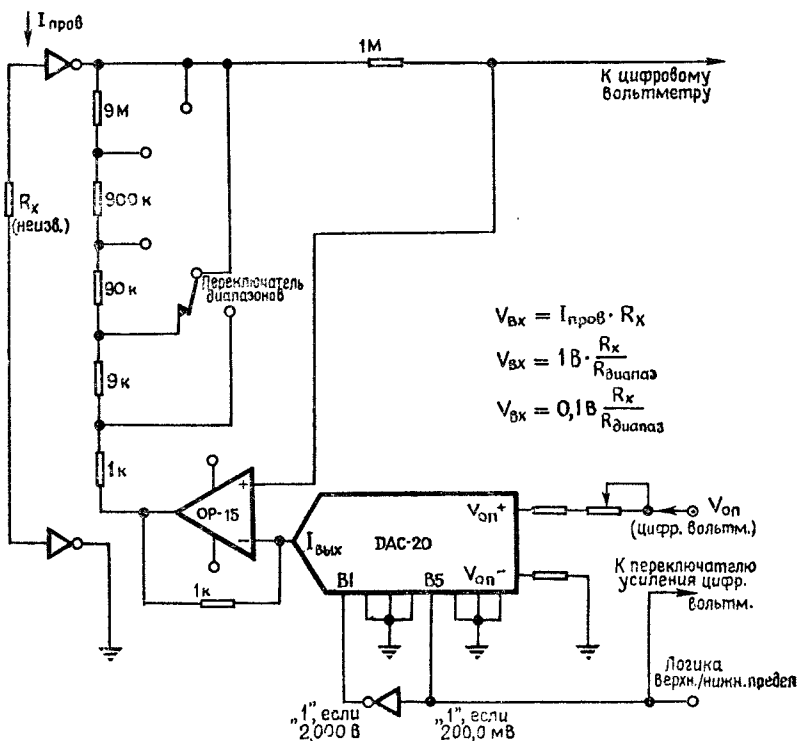
3 1/2-разрядный мультиметр с автоматическим выбором диапазона.

В схеме можно использовать ИМС серий К176, К561, любые маломощные кремниевые диоды и транзисторы. ИМС MC14433 АЦП с мультиплексированным выходом данных; ИМС MC1403 – источник опорного напряжения 2.5 В (10 мА)



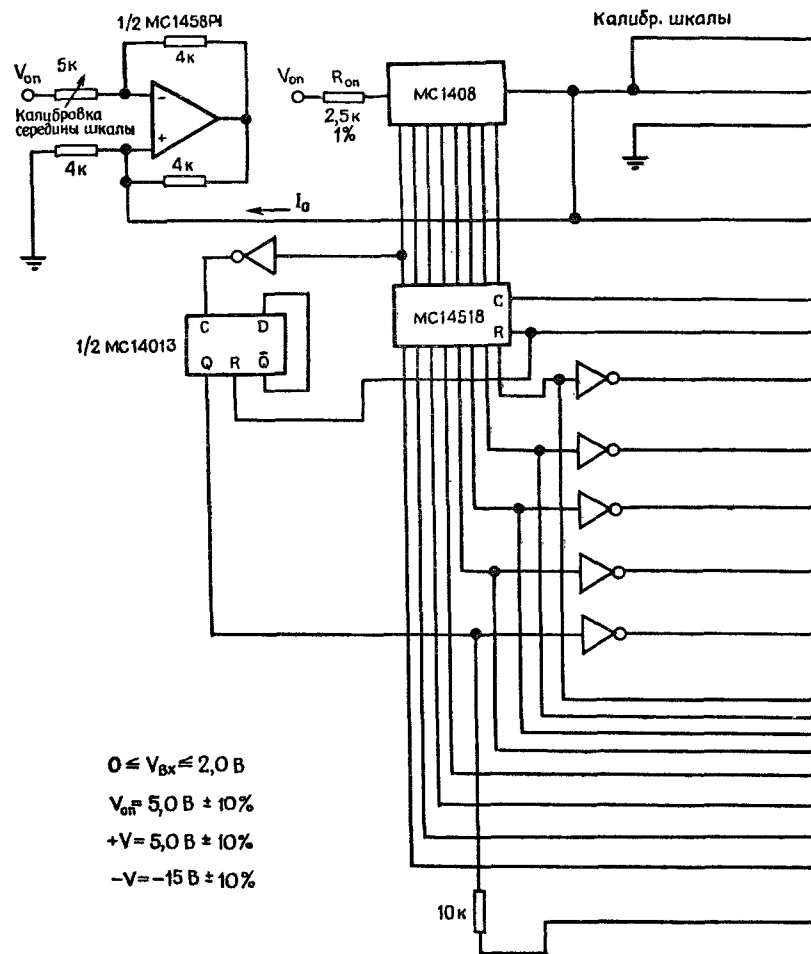
Ваттметр для измерения выходной мощности усилителей низкой частоты с отключенной нагрузкой.

Возможны замены: ИМС AD301A → K153УД6; AD534 → K525ПC3.



Преобразователь сопротивление — напряжение с изменяемой шкалой.

Возможны замены: OP-15 → K140УД18; DAC-20 → K572ПА1 (в типовом подключении); инверторы → из серий K155 и K555.

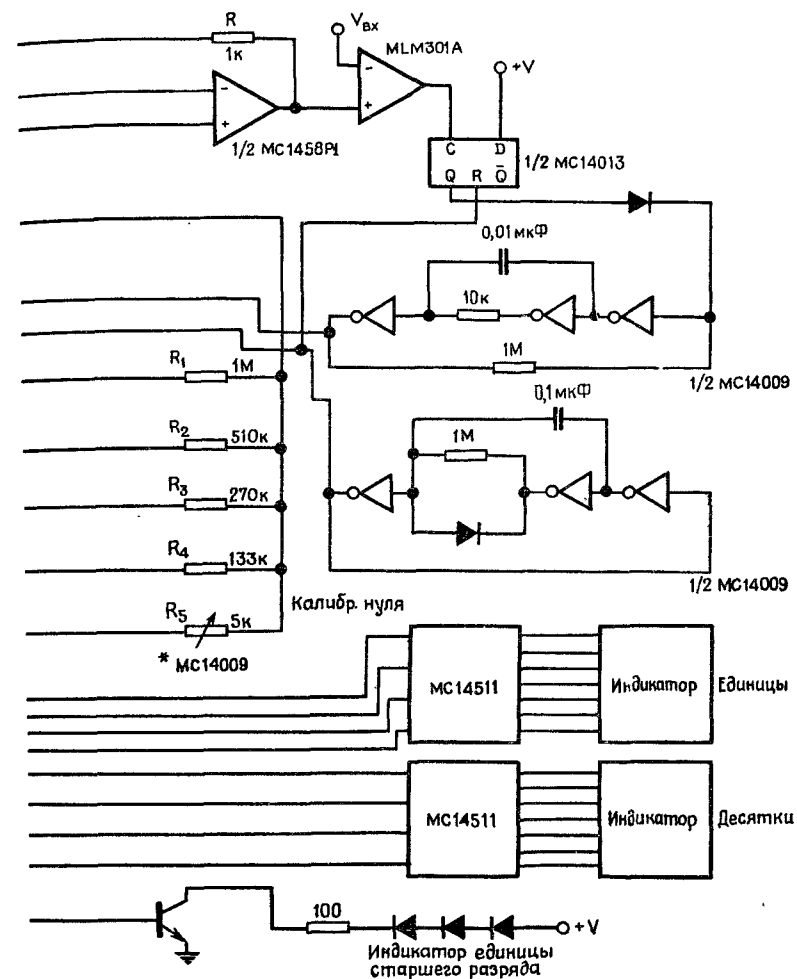


2 1/2-разрядный цифровой вольтметр, использующий двоичный ЦАП для преобразования входного сигнала в двоично-десятичный код.

Все резисторы с 5%-ным допуском, если не указан другой допуск.

* Питание этой микросхемы осуществляется от источника опорного напряжения.

Возможны замены: MC1458P1 → K551УД2; MC14013 → K561ТМ2; MC1408 → K572ПА1; MLM301А → K163УД6; MC14009 → K561ЛН1; MC14511 → K176ИД2; MC14518 → K561ИЕ11; транзистор КТ315Б



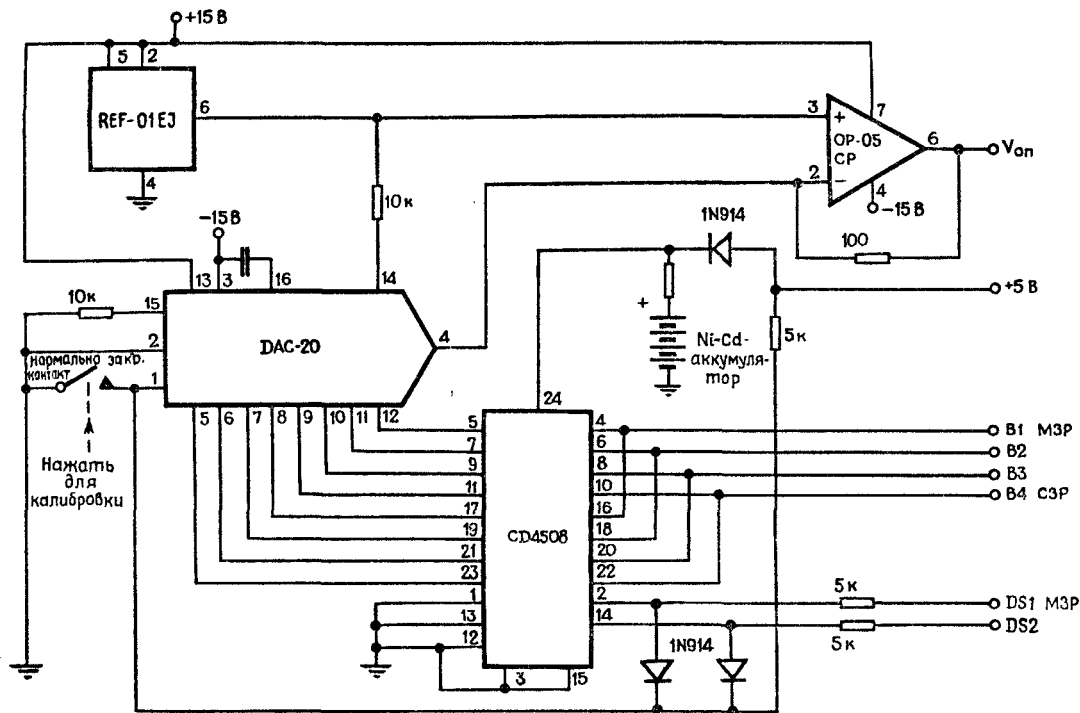
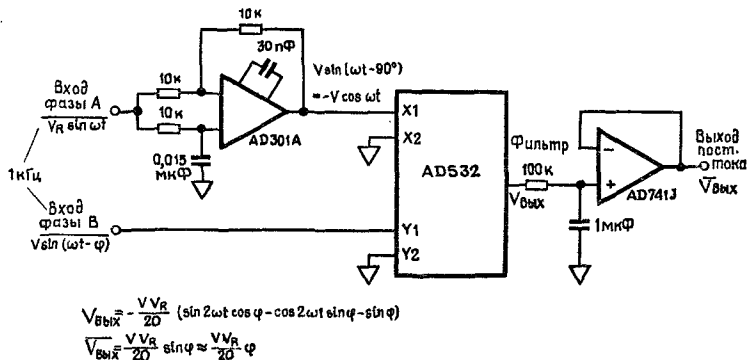


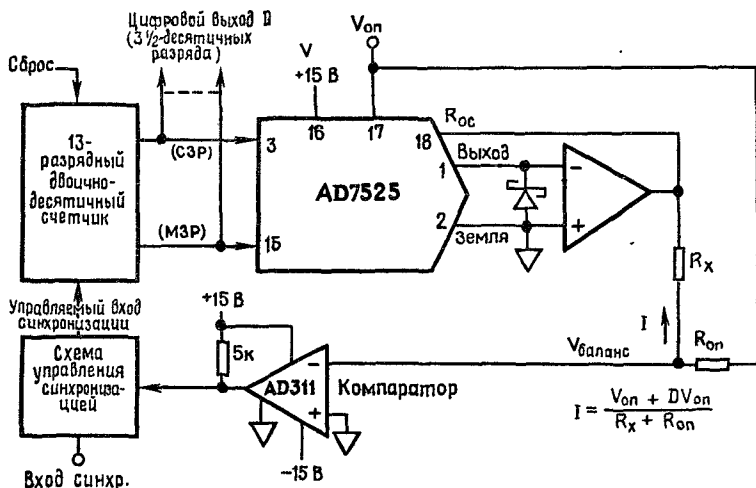
Схема автоматической калибровки цифрового вольтметра.

Возможны замены: 1N914 → любой маломощный кремниевый диод; OP-05 → К140УД17; DAC-20 → К572ПА1 (в типовом включении). REF-01EJ — источник опорного напряжения 10 В (20 мА), CD4508 → К561ИР6 в режиме параллельного регистра.



Фазометр для синусоидальных сигналов.

Возможны замены: AD301A → K153УД6; AD741J → K140УД7; AD532 → K525ПС2 (в типовом включении)

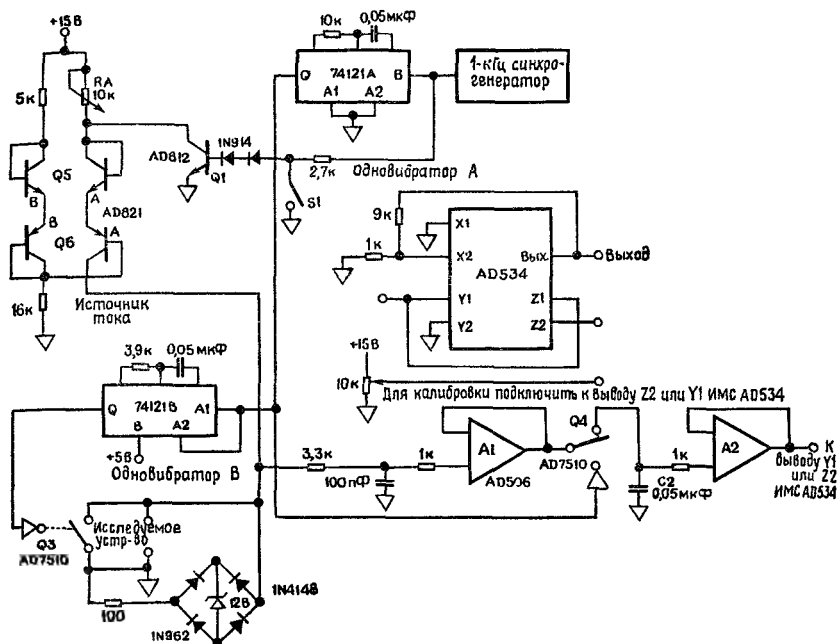


Прецизионная схема измерения сопротивления.

Примеры измерений отношения $R_x/R_{\text{он}}$

Цифровой D-выход	Десятичный D-эквивалент	$R_x/R_{\text{он}} \%$
1 0000 0000 0000	1,000	100,0
1 1001 1001 1001	1,999	199,9
0 1000 1000 0001	0,881	88,1
0 0010 0101 0000	0,250	25,0
0 0000 0001 0000	0,010	1,0

Возможны замены: AD311 → K554СА3А; AD7525 → K594ПА1; диод → КД514А. Счетчик и схема управления могут быть реализованы на ИМС серий K555, K561



Измеритель параметров конденсаторов, резисторов и стабилитронов.

Для конденсаторов:

$$100 \frac{V_{\text{калибр}} - I \Delta t / C_x}{I \Delta t / C_x} = 100 \left[\frac{C_x V_{\text{калибр}}}{I \Delta t} - 1 \right].$$

Подключить $V_{\text{оп}}$ к выводу Z2, выход A2 к выводу Y1

Для резисторов:

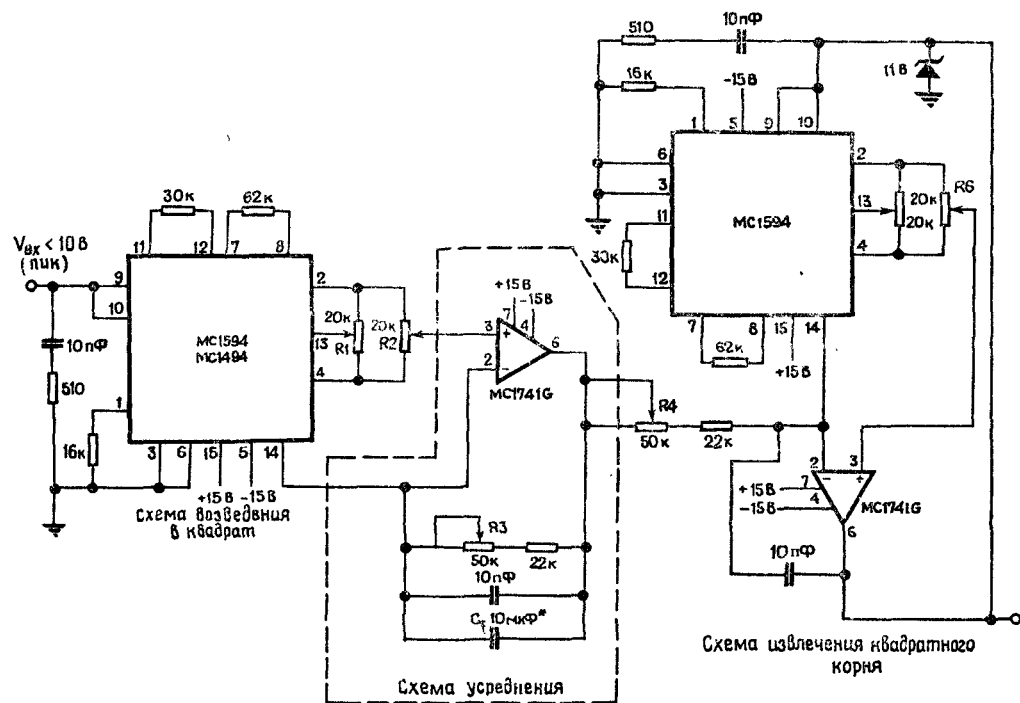
$$100 \frac{I R_x - V_{\text{калибр}}}{V_{\text{калибр}}} = 100 \left[\frac{R_x I}{V_{\text{калибр}}} - 1 \right].$$

Для стабилитронов:

$$100 \frac{V_z - V_{\text{калибр}}}{V_{\text{калибр}}} = 100 \left[\frac{V_z}{V_{\text{калибр}}} - 1 \right].$$

Подключить $V_{\text{оп}}$ к выводу Y1, выход A2 к выводу Z2

Возможны замены: AD821 → K198HT4Б+K198HT8Б; AD812 → подбирается из кремниевых транзисторов, имеющих наиболее протяженный логарифмический участок входной характеристики; 1N914 → любые маломощные кремниевые диоды; AD7510 → K590KH2; 74121 → K155АГ1 AD534 → K525ПС2; 1N4148 → KД522; AD506 → K1409УД1

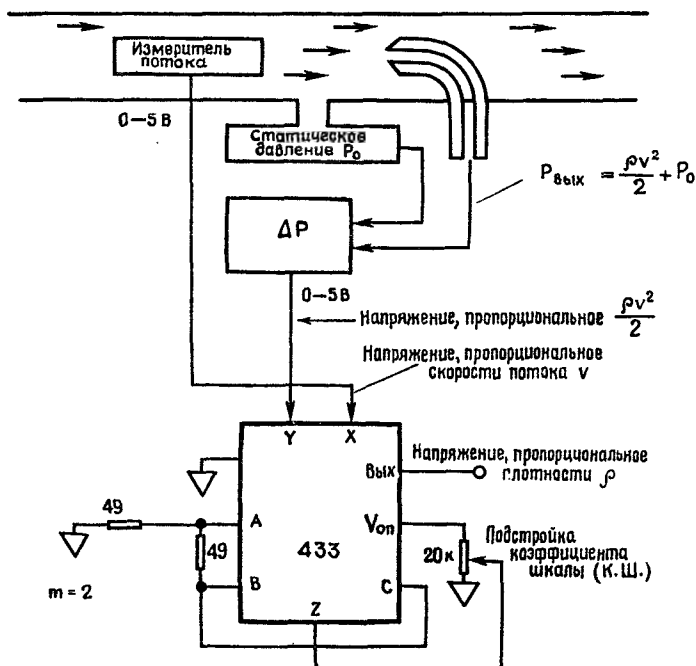


Принципиальная схема детектора истинного среднеквадратичного значения.

* Величина C_f определяется исходя из нижней граничной частоты входного сигнала.

Регулировки: R1 — входное смещение; R2 — выходное смещение; R3, R4 — коэффициенты передачи; R5 — входное смещение; R6 — выходное смещение.

Возможны замены: MC1594 → К526ПС1; MC1741G → К140УД16 (К140УД7), стабилитрон 11В → КС211.



Блок-схема денситометра.

$$P = 2 \Delta P (1/v)^2, E_{вых} = (10/9) v \Delta P (К.Ш./v)^2$$

433 - функциональный аналоговый модуль для выполнения операций умножения, деления и возведения в степень. Его можно реализовать на операционных усилителях общего применения типа К140УД7, К140УД20 и перемножителе К525ПС2

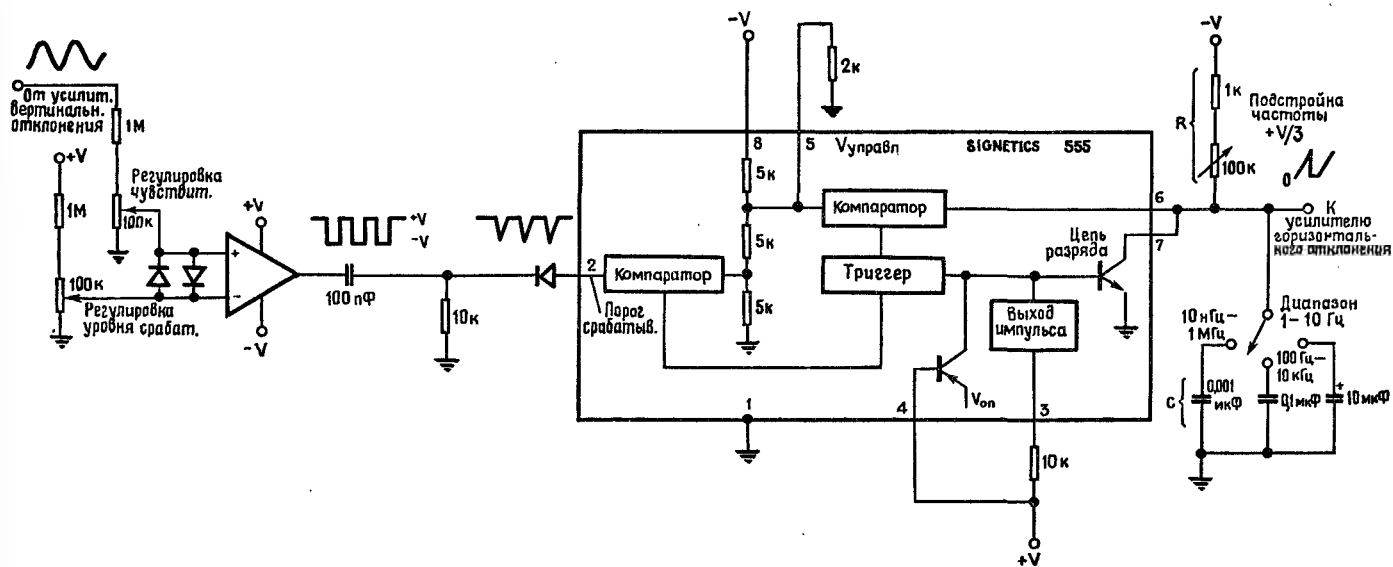
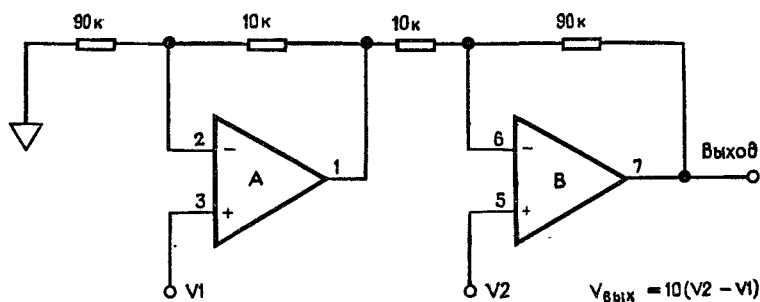


Схема ждущей развертки.

Возможны замены: NE555 → KP1006ВН1; компаратор → К521СА2 (К521СА4); диоды → любые кремниевые маломощные.

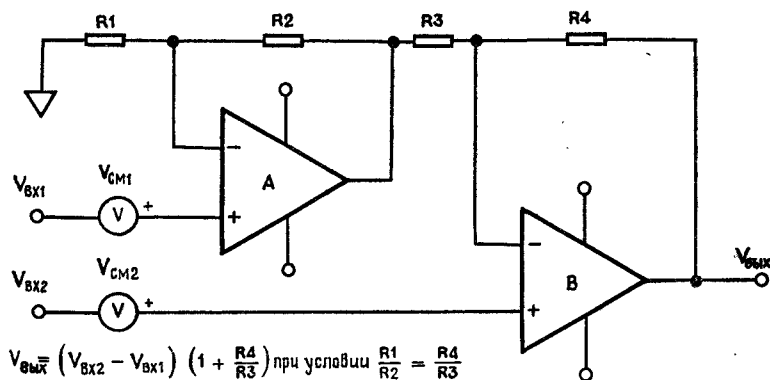
Глава 3

Применение операционных усилителей



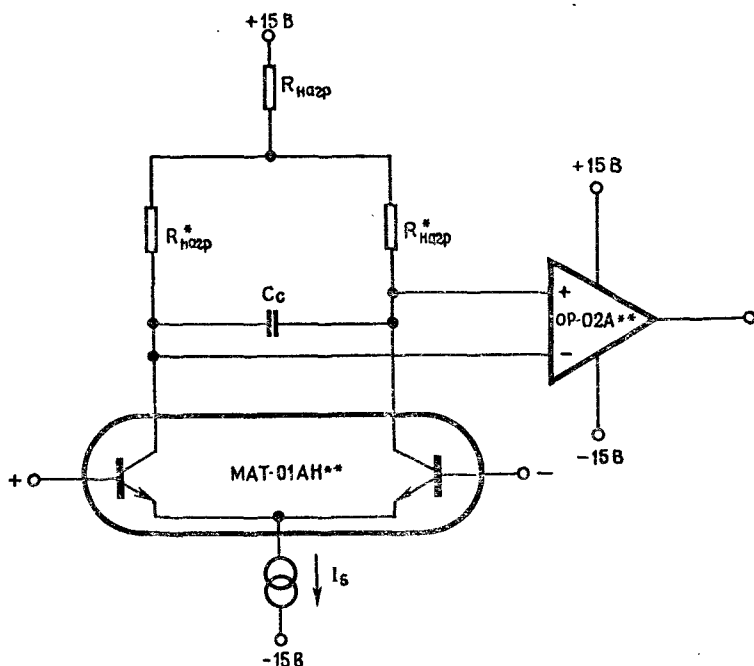
Дифференциальный усилитель с высоким входным сопротивлением.

В зависимости от требований к параметрам возможно применение любого операционного усилителя.



Инструментальный усилитель на двух операционных усилителях.

Возможно использование различных операционных усилителей



Прецизионный операционный усилитель. В этой конфигурации могут быть успешно использованы маломощные ОР-21 или микромощные ОР-20 для получения малoshумящих и маломощных прецизионных ОУ.

* Взаимосогласованные с точностью 0,1%.

** Типы и характеристики приведены ниже в таблице.

Тип компонента	МАТ-01АН ОР-02А	МАТ-01АН ОР-02А	МАТ-01ГН ОР-02	МАТ-01ГН ОР-02
Характеристика				
$V_{см}$ (макс.), В	0,15	0,27	0,65	1,2
$TKV_{см}$ (макс.), мкВ/°С	0,6	1	2	4
$I_{см}$ (макс.), нА	0,8	0,1	3,2	0,32
$I_{вх}$ (макс.), нА	20	2	40	4
Усиление (мин)	$2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^5$
$I_{д}$, мкА	20	2	20	2
$R_{нагр}$, кОм	10^2	10^3	10^2	10^3

Возможны замены: МАТ-01Н → К516УП1 (в типовом включении); ОР-02А → К153УД5, К140УД14.

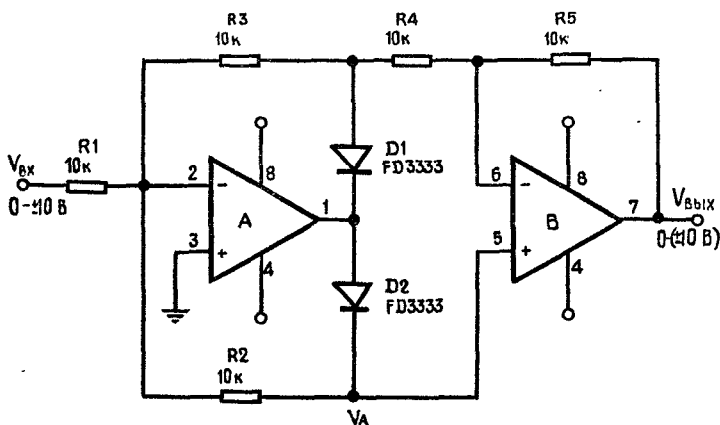


Схема определения абсолютного значения.

Напряжение на входе положительно (+ $V_{вх}$)

Напряжение на входе отрицательно (- $V_{вх}$)

1) $V_A = 0$; D2 закрыт, D1 открыт

1) D1 закрыт, D2 открыт

2) $V_{вых} = V_{вх} (-R3/R1) (-R5/R4) =$

2)
$$-V_{вх}/R1 = \frac{V_A}{R2} + \frac{V_A}{R3 + R4}$$

$= V_{вх} = R3R5/R1R4$

3) $V_{вых} = V_A \left(1 + \frac{R5}{R3 + R4}\right)$

3) При $R1 = R3 = R4 = R5$

$V_{вых} = V_{вх}$

4) При $R3 = R4 = R5$ $V_{вых} = 1.5 V_A$

4) С учетом ошибки из-за $V_{см}$

$V_{вых} = V_{вх} + 2 V_{см, "B"}$

5)
$$V_{вых} = - \frac{(R2)(R3 + R4)(1.5) E_{вх}}{R1(R2 + R3 + R4)}$$

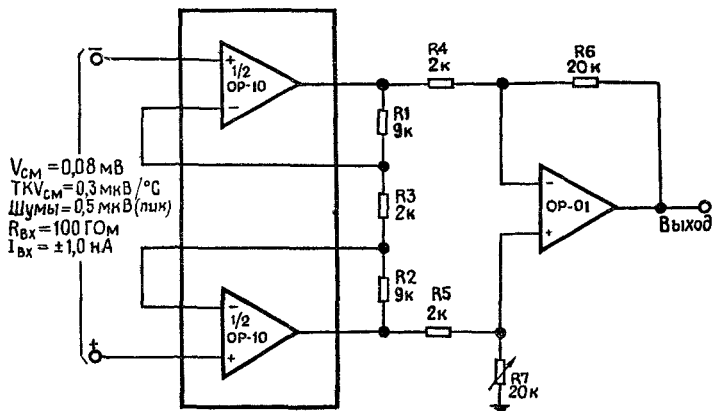
6) При $R1 = R2 = R3 = R4$ $V_{вых} = V_{вх}$

7) С учетом ошибки из-за $V_{см}$:

$V_{вых} = V_{вх} + 1.5 V_{см, "B"} - 0.5 V_{см, "A"}$

8) Для обоих случаев $V_{вых} = V_{вх}$

Возможны замены: FD3333 → КД514А; операционные усилители А и В → ОУ общего назначения.

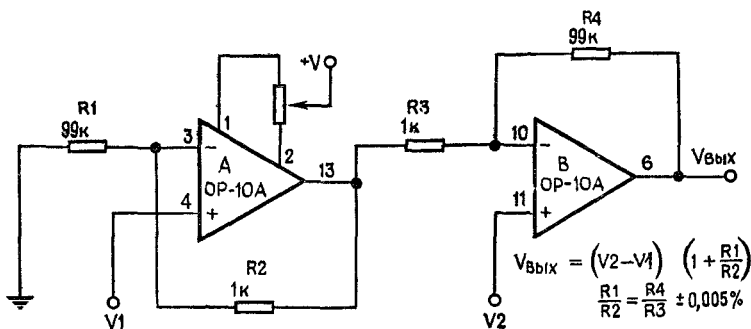


Инструментальный усилитель на трех ОУ.

$$V_{\text{вых}} = V_{\text{вх}} \left(1 + \frac{R1 + R2}{R3} \right) \frac{R6}{R4} : \text{усиление равно } 100; \text{линейность составляет}$$

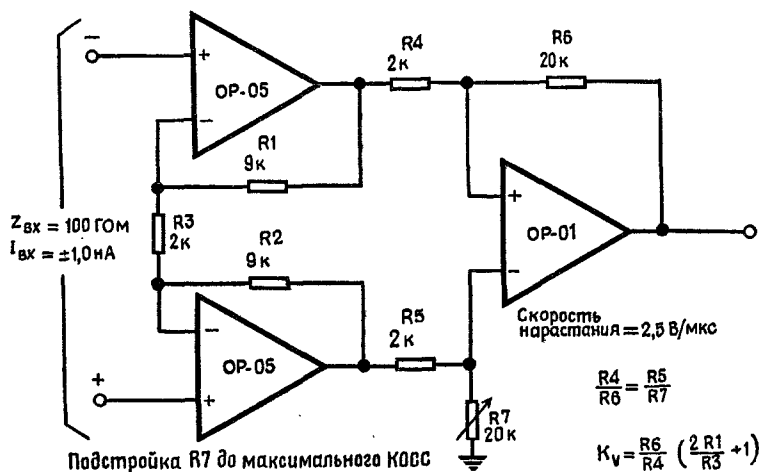
0,002%; скорость нарастания равна 2,5 В/мкс, КОМП = 112 дБ; если $R6/R4 = R7/R5$, то КОСС = 120 дБ, R7 подстраивается до получения максимального КОСС.

Возможны замены: OP-10 → K140УД17; OP-01 → K154УД1.



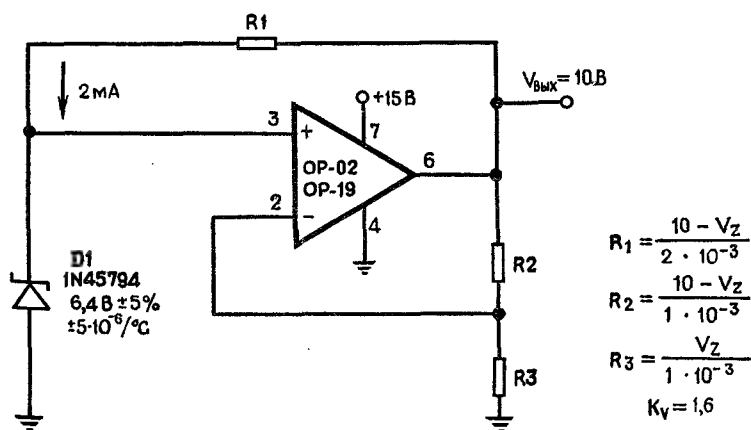
Инструментальный усилитель (на двух ОУ).

Можно использовать ОУ типа K140УД17



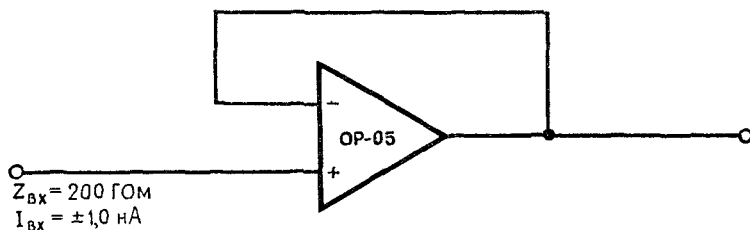
Инструментальный усилитель с высоким входным сопротивлением и коэффициентом подавления синфазного сигнала.

Можно использовать ОУ типа К140УД17 и К140УД14.



Высокостабильный источник опорного напряжения.

1N45794 — прецизионный стабилитрон 6,4 В ± 5% с ТКВ_{СТ} = 5 · 10⁻⁶ / °C. Можно использовать ОУ типа К1534Д5 и стабилитроны Д818Е и КС191Ф при соответствующем расчете номиналов R1 — R3.

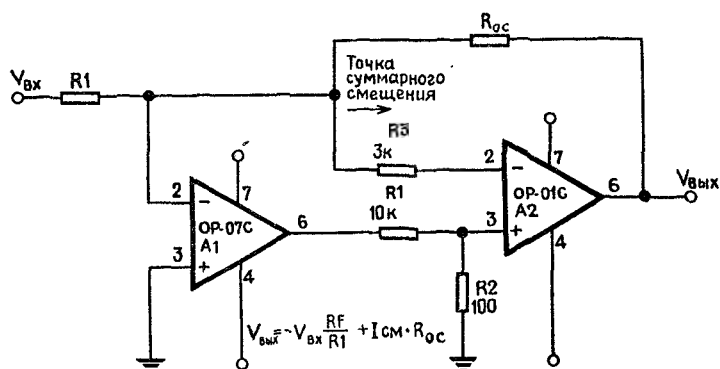


Стабильный буферный каскад с высоким входным сопротивлением.

Типичное значение выходных шумов составляет 0,35 мкВ; скорость нарастания равно 0,25 В/мкс.

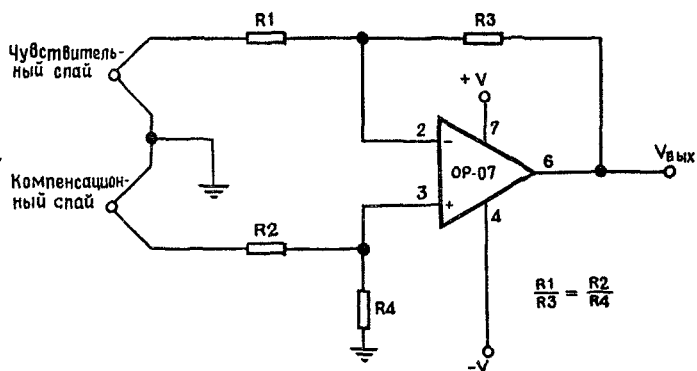
Полоса пропускания равна 1,2 МГц; выходной сдвиг составляет 0,2 мВ (типичное значение).

Можно использовать ОУ типа К140УД17.



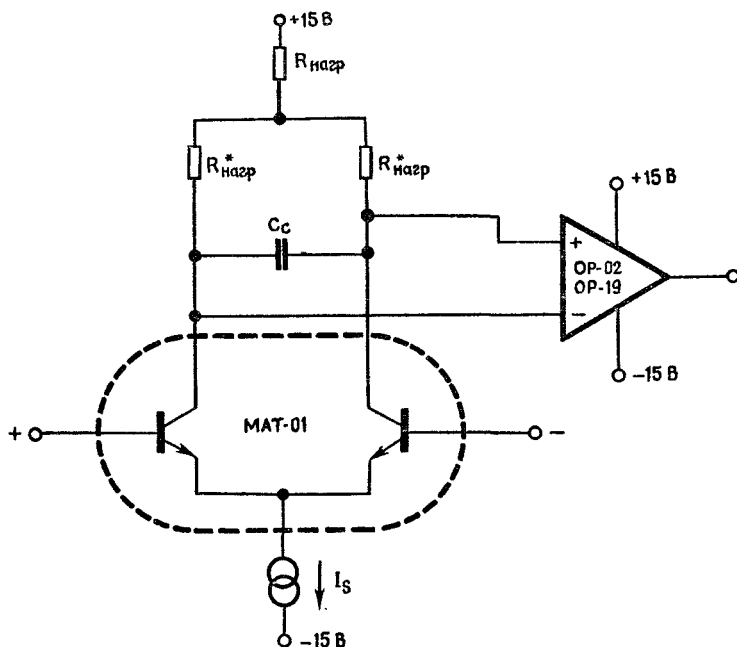
Быстродействующий составной усилитель с малым напряжением смещения.

Возможны замены: OP-07C → К140УД17; OP-0,1C → К140УД14;



Высокостабильный усилитель для термопары.

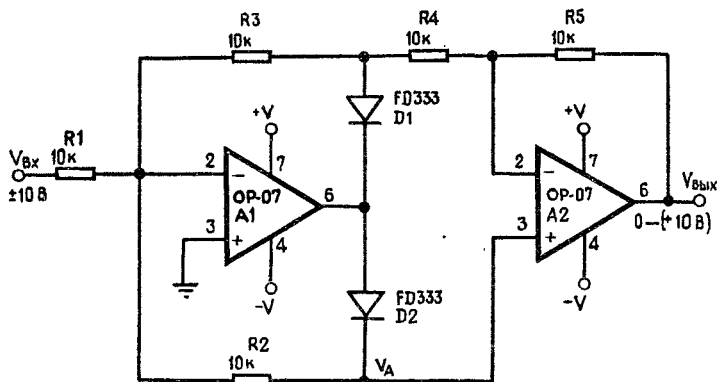
Можно использовать ОУ типа К140УД17.



Прецизионный операционный усилитель.

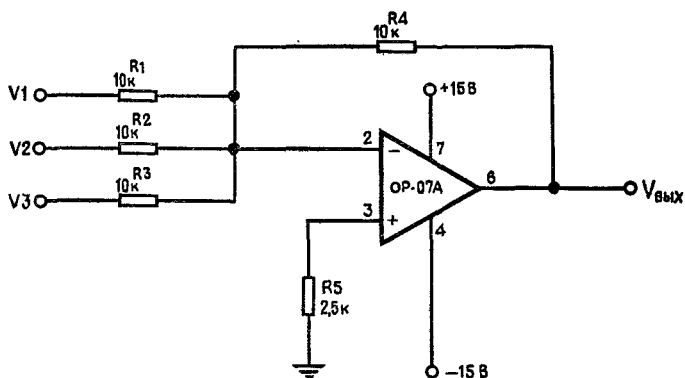
* Взаимосогласованные с точностью 0,1%.

Можно использовать ОУ К153УД5 и транзисторную сборку К516УП1 или 159НТ1В.

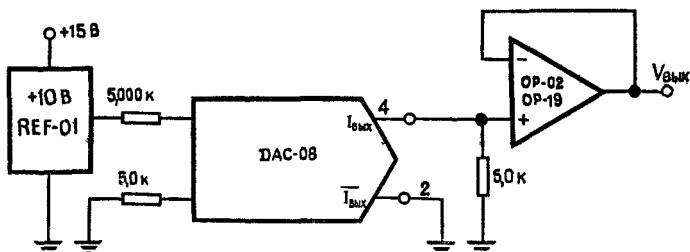


Прецизионная схема для измерения абсолютного значения.

Возможны замены: FD333 → КД514А; OP-07 → К140УД17.



Прецизионный суммирующий усилитель, не требующий подстройки.
Можно использовать ОУ типа К140УД17.

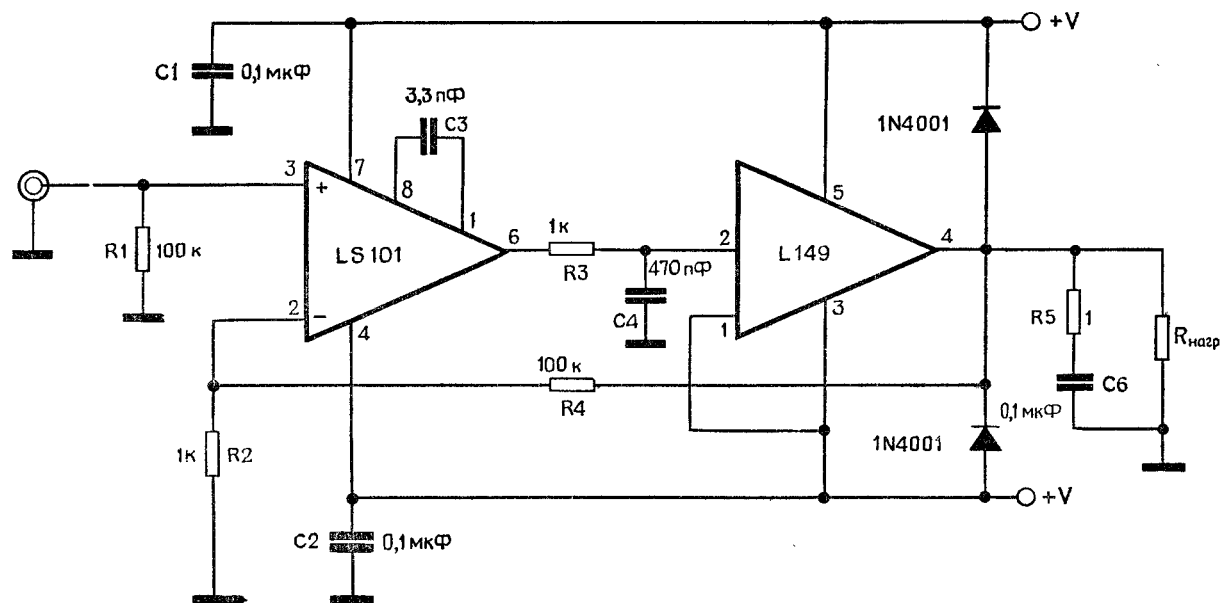


Усилитель для ЦАП с низким выходным сопротивлением и отрицательным выходным сигналом.

При работе ЦАП с отрицательной логикой необходимо соединить неинвертирующий вход ОУ с выводом I_0 ЦАП, вывод I_0 соединить с землей.

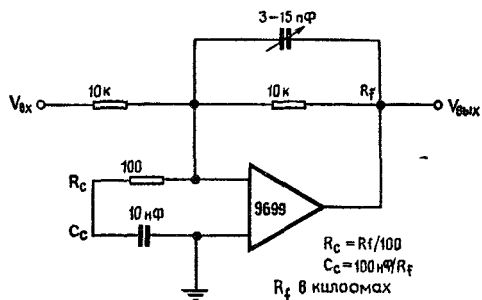
Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$I_{\text{вых}},$ мА	$V_{\text{вых}},$ В
Полная шкала - 1 ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	1	1,992	-9,960
Полная шкала - 2 ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	0	1,984	-9,920
Половина шкалы + 1 ЕМР	1	0	0	0	0	0	0	1	1,008	-5,040
Половина шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	1,000	-5,000
Половина шкалы - 1 ЕМР	0	1	1	1	1	1	1	1	0,992	-4,960
Нуль шкалы + 1 ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	1	0,008	-0,040
Нуль шкалы	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0,000

Возможны замены: REF-01 → источник опорного напряжения 10 В; DAC-08 → К572ПА1 (в типовом включении), OP-02, OP-19 → К153УД5.



Мощный операционный усилитель.

Возможны замены: LS101 → К153УД2; L149 → К157УД1; 1N4001 → КД105Б.



Инвертирующее устройство.

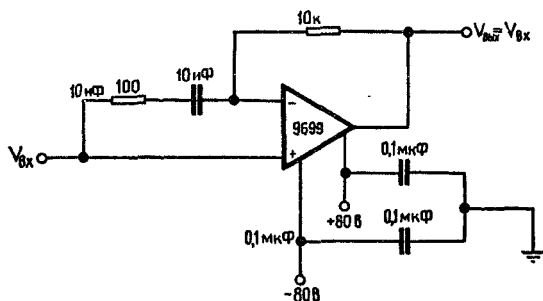
Пояснения

1. Для защиты входов от перегрузки подключить ко входам два встречно-включенных кремневых диода.

2. Компенсация действует при коэффициенте усиления не менее 40дБ; при коэффициенте усиления менее 40дБ компенсация не требуется.

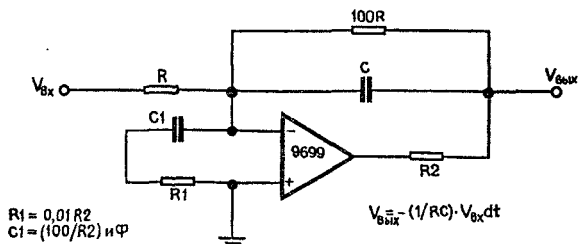
3. Резисторы должны быть металлопленочными, а конденсатор C_c — керамическим.

Можно использовать ОУ К1408УД1.



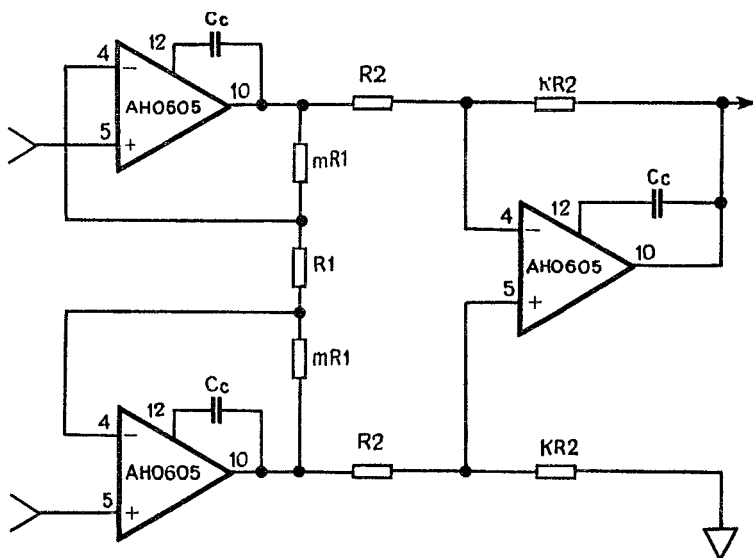
Повторитель напряжения.

Можно использовать ОУ типа К1408УД1.



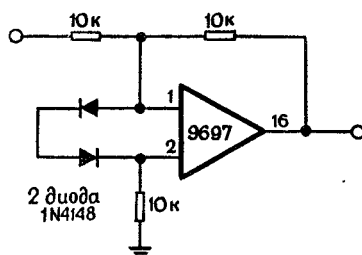
Интегратор.

Можно использовать ОУ типа К1408УД1.



Инструментальный усилитель.

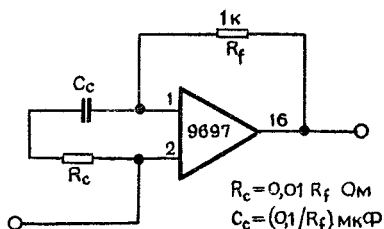
Можно использовать любые подходящие ОУ общего назначения.



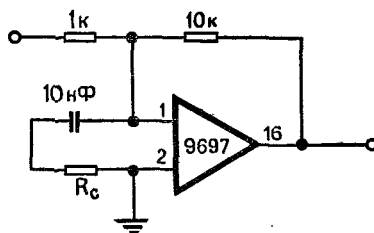
Буферный каскад с защитой входа.

Диоды защищают входы ОУ от перегрузки по напряжению.

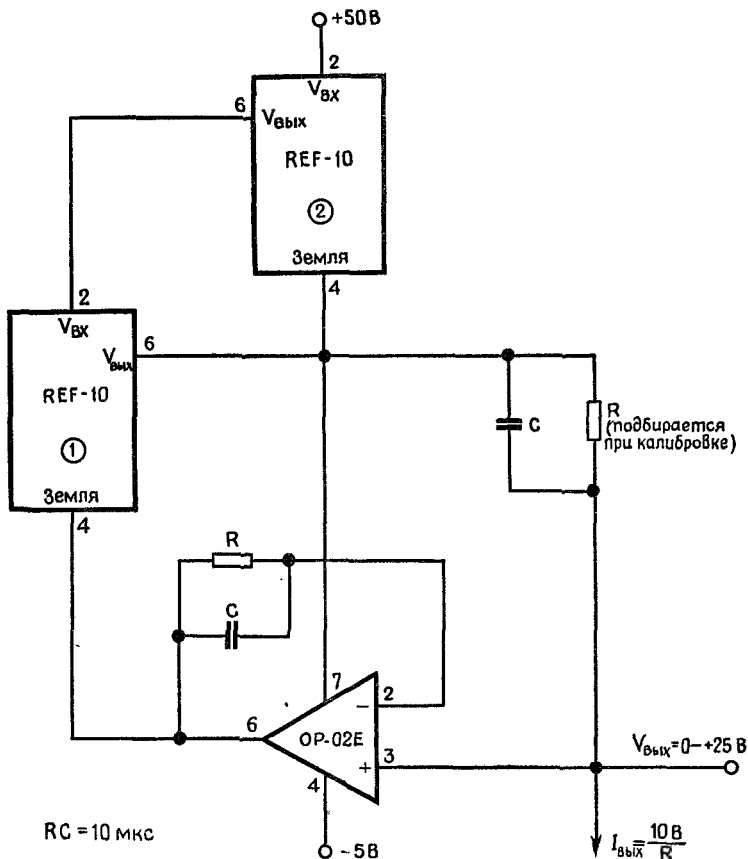
Можно использовать ОУ общего назначения и любые маломощные кремниевые диоды.



Повторитель напряжения.

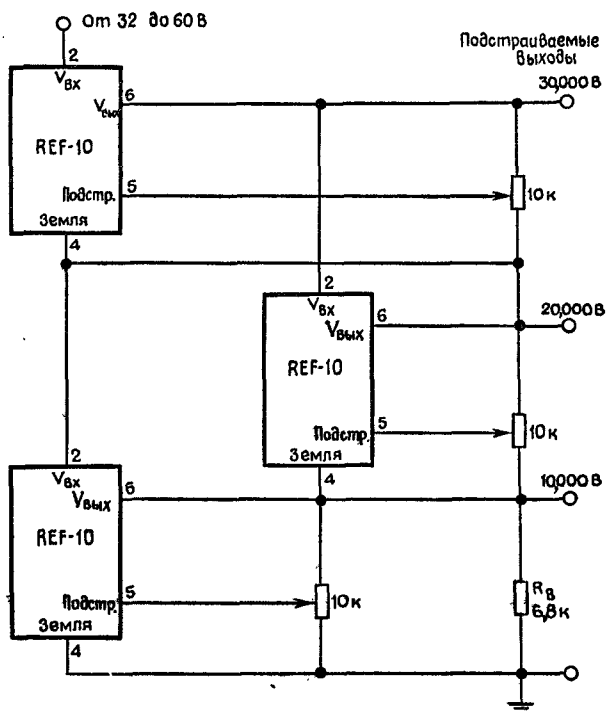


Инвертирующий буферный усилитель с $K_V = 10$.



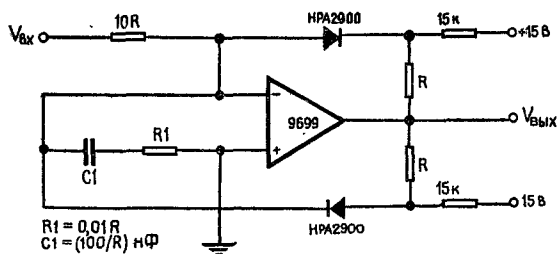
Прецизионный источник тока.

Возможны замены: OP-02E → К153УД5; REF-10 – источник опорного напряжения на 10 В.



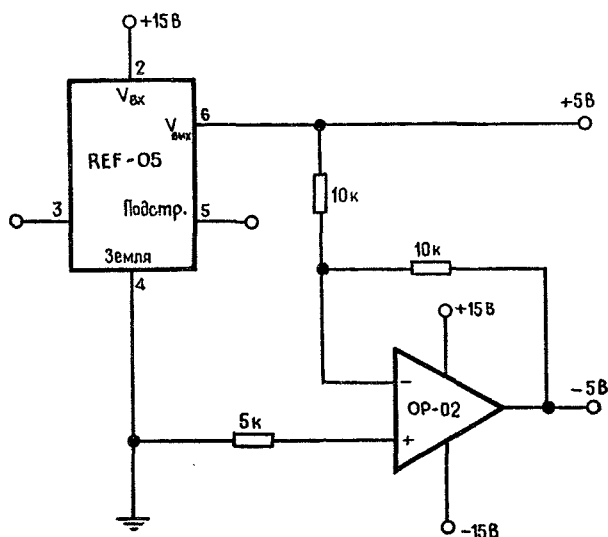
Источник опорных напряжений с отдельными регулировками.

Можно использовать подстраиваемые источники опорного напряжения на базе ОУ.



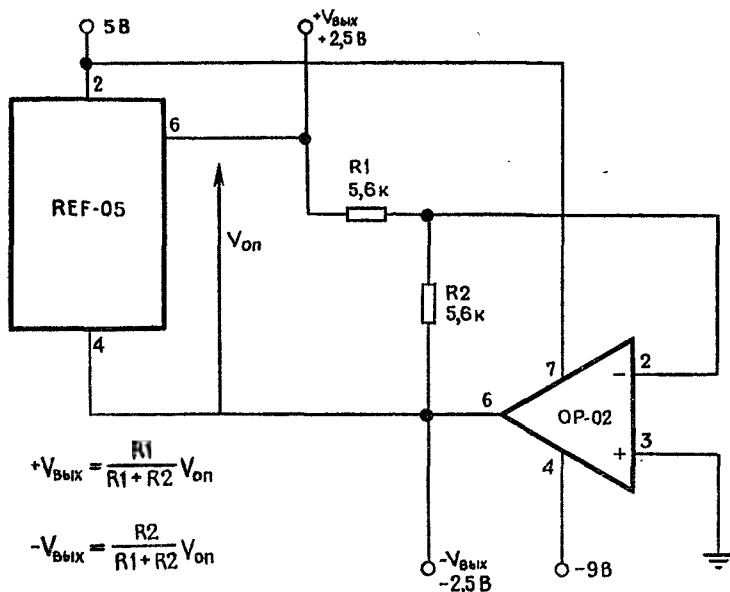
Детектор пересечения нуля.

Можно использовать ОУ типа К1408УД1 и диоды типа КД514А.



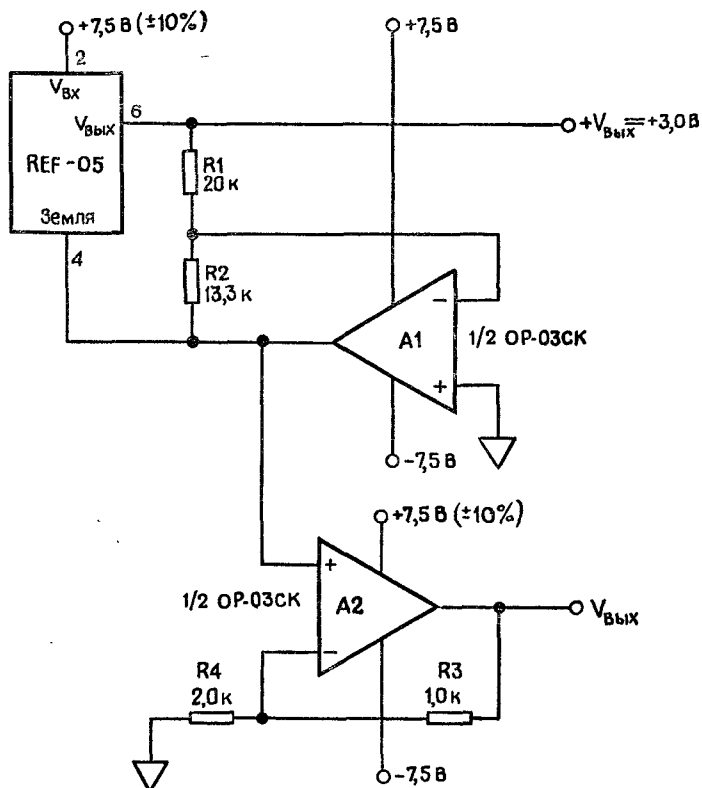
Источник опорного напряжения ± 5 В.

Можно использовать источник опорного напряжения $+5$ В и операционный усилитель К153УД5.

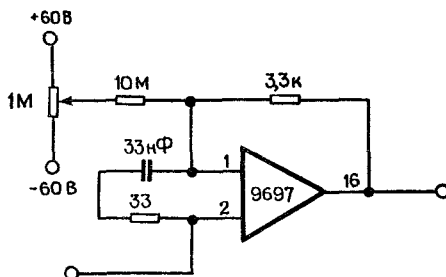


Источник опорного напряжения $\pm 2,5$ В.

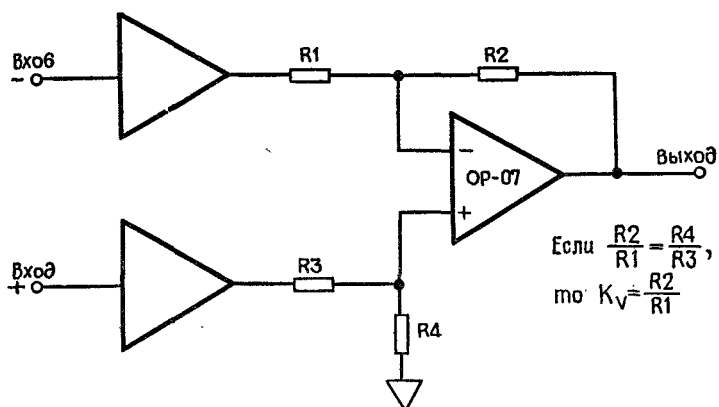
Можно использовать источник опорного напряжения 5 В и ОУ типа К153УД5.



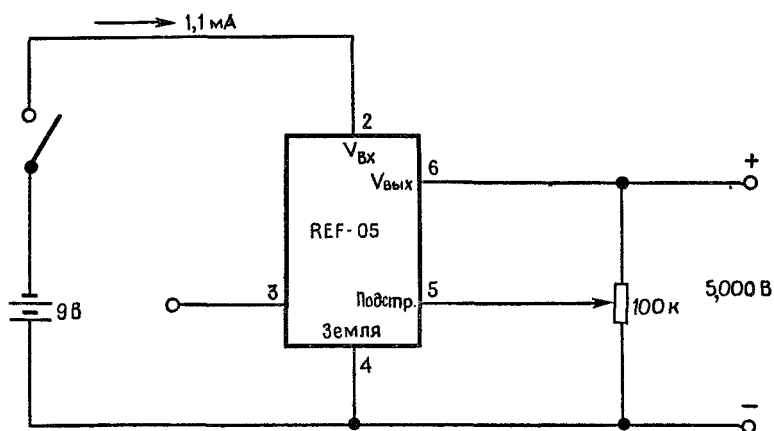
Источник опорного напряжения ± 3 В.
Можно применить ОУ типа К140УД20 и К551УД2.



Прецизионный повторитель напряжения.
Полоса пропускания равна 6 МГц.



Дифференциальный усилитель с высоким входным сопротивлением.
Можно использовать буферный усилитель с $K_v = +1$ и ОУ типа К140УД17.



Эталон напряжения для калибровки.

Можно применить источник опорного напряжения 5 В, реализованный на ОУ типа К140УД12 или К153УД4.

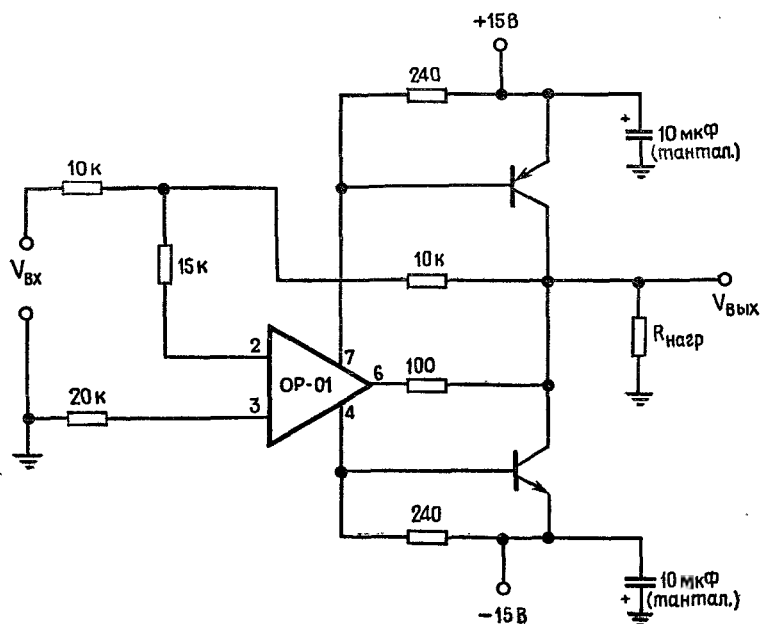


Схема прецизионного мощного усилителя.

Типичные характеристики:

Скорость нарастания

$\approx 18\text{В/мкс}$

Время установления до уровня 0,1%

$4\text{ мкс } (R_{\text{нагр}} = 500\text{ Ом})$

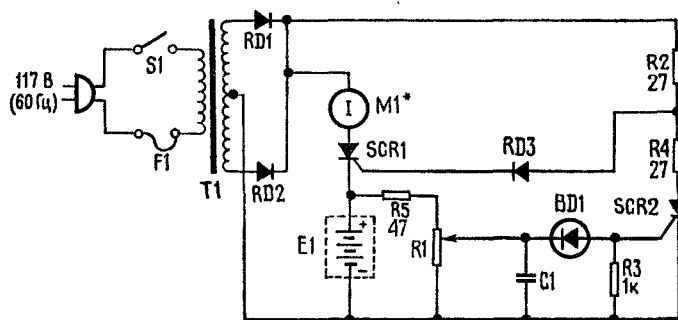
Ток покоя

$1,5\text{ мА}$

Можно использовать ОУ типа К140УД11 и транзисторы $p-n-p$ и $n-p-n$ -типа соответствующей мощности.

Глава 4

Зарядные устройства

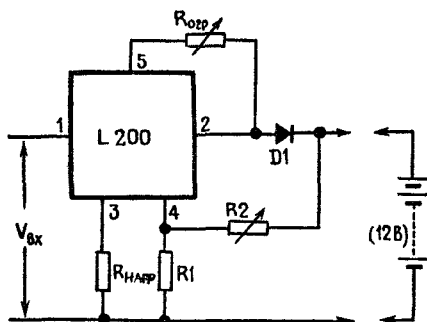


Зарядное устройство на тиристорах.

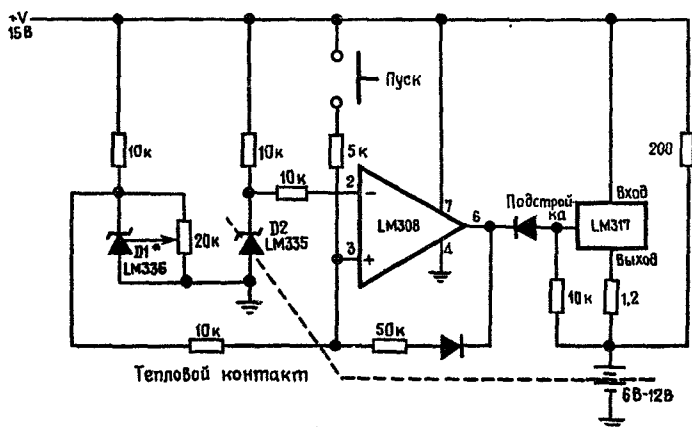
T1 – 120В/24В (со средней точкой); RD1 и RD2 – выпрямители WEP4085; RD3 – выпрямитель WEP157; R1 – потенциометр 500 Ом (2 Вт); R2, R4 – резисторы 25 Ом (5 Вт); R3 – резистор 1 кОм (0,5 Вт); R5 – резистор 470 Ом (1 Вт); M1 – амперметр постоянного тока 0 – 10 А; E1 – аккумулятор 12 В; SCRI – тиристор WEP6271; SCR2 – тиристор WEP6241; BDI – стабилитрон 8,2 В (1 Вт) WEP1108; C1 – электролитический конденсатор 100 мкФ (25 В); S1 – сетевой выключатель WEPTS101; F1 – предохранитель (1,5 А) WEPFG1¹/₂-2;

*Этот элемент может отсутствовать.

Возможны замены: WEP4085 → Д234; WEP157 → КД105; WEP6271 → КУ202А; WEP6241 → КУ105; WEP1108 → КС482.



Устройство для заряда аккумуляторов постоянным током.



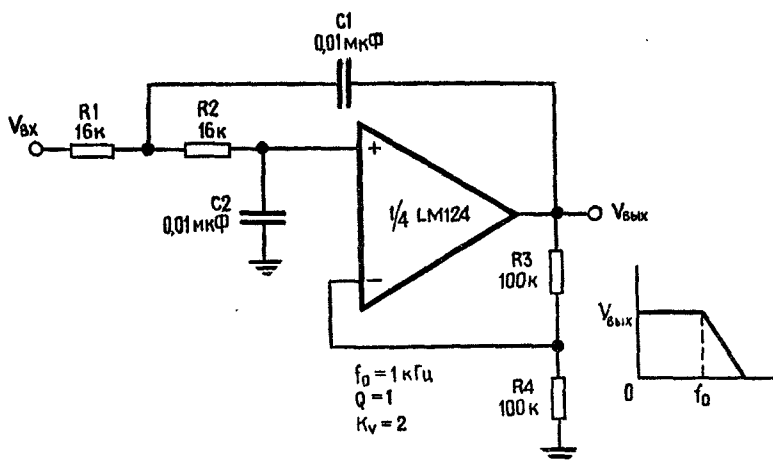
Устройство для быстрого заряда Ni — Сd-аккумуляторов.

* Установить потенциал на D1 на 50 мВ выше, чем на D2. Заряд заканчивается при возрастании температуры аккумулятора из 5°С. D2 должен иметь тепловой контакт с аккумулятором.

Возможны замены: LM336, LM335 → настраиваемые источники опорного напряжения; LM317 → К142ЕН3 (в типовом включении); LM308 → К140УД14.

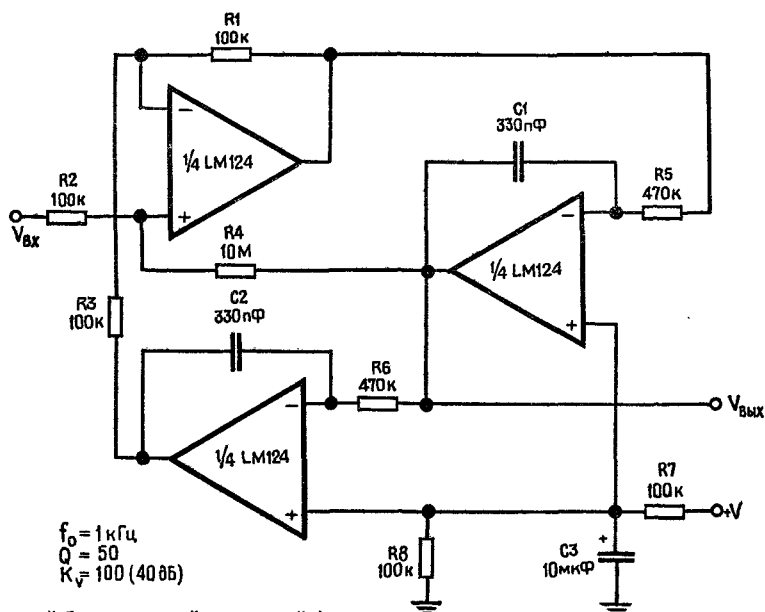
Глава 5

Фильтры

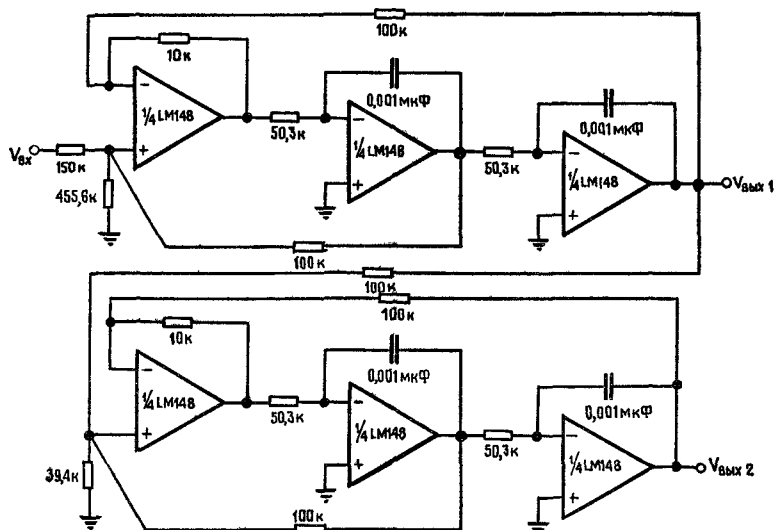


Активный RC-фильтр нижних частот с гальванической связью.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



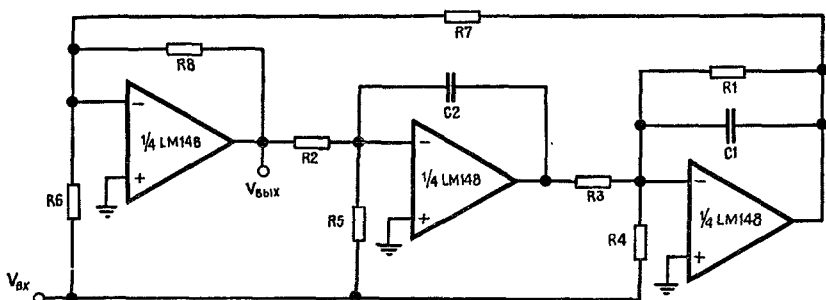
Активный биквадратный полосовой фильтр.
Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Фильтр Баттерворта с четырьмя полюсами на частоту 1 кГц.

При расчете использовать обычные уравнения, затем подстроить каждую секцию отдельно.
 $Q_1\text{-й секции} = 0,541$, $Q_2\text{-й секции} = 1,306$. Отклик имеет в максимуме уровень 0 дБ.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Биквадратный заградительный фильтр с тремя усилителями.

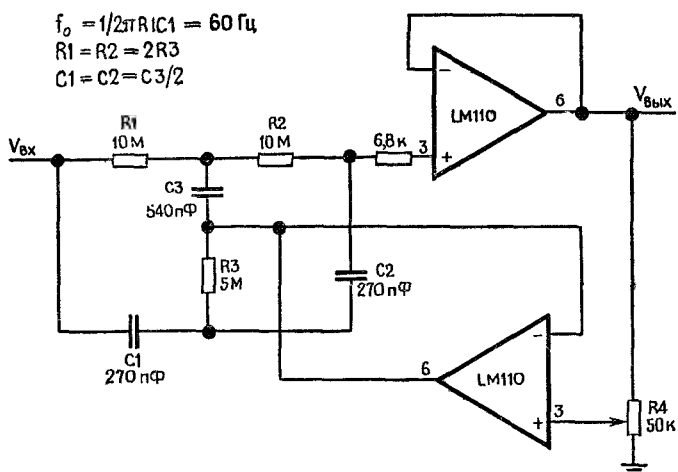
$$Q = \frac{R8}{R7} \frac{R1 C1}{R3 C2 R2 C1}, \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{R8}{R7} \frac{1}{R2 R3 C1 C2}, \quad f_{згр} = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{R3 R5 R7 C1 C2}$$

Необходимое условие для режекции: $1/R6 = R1/(R4 \cdot R7)$.

Пример: $f_{згр} = 3$ кГц, $Q = 5$, $R1 = 270$ кОм, $R2 = R3 = 20$ кОм, $R4 = 27$ кОм, $R5 = 20$ кОм, $R6 = R8 = 10$ кОм, $R7 = 100$ кОм, $C1 = C2 = 1$ нФ.

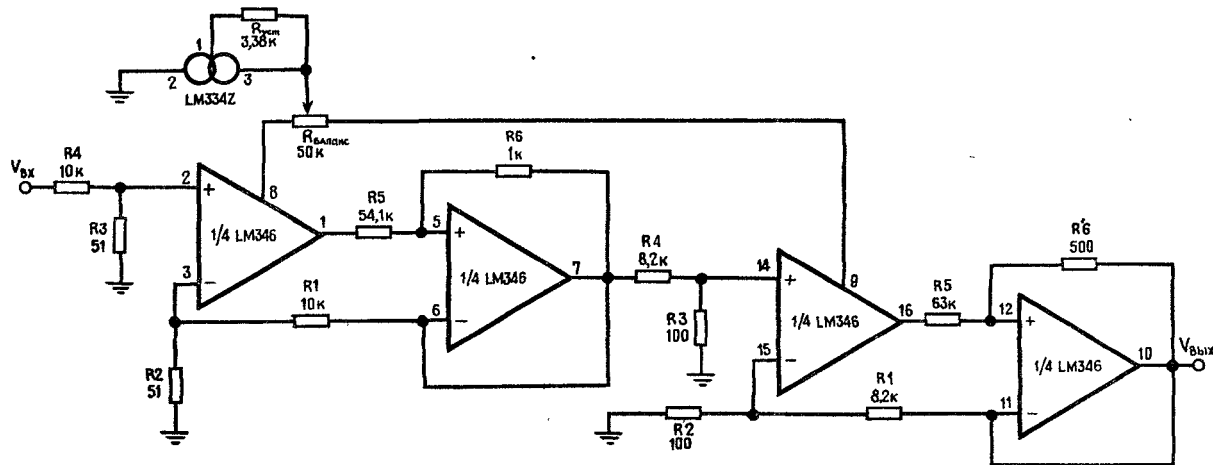
Шумовые характеристики хорошо согласуются с расчетными.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Заградительный фильтр с регулируемой добротностью.

Можно использовать ОУ типа К140УД17 в соответствующем включении.

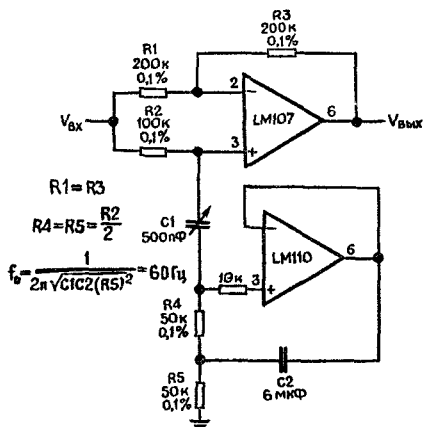


Фильтр нижних частот Баттерворта 4-го порядка, не содержащий конденсаторов.

Пример: $f_c = 20$ кГц; H_0 (коэффициент передачи фильтра) = 1, $Q_{01} = 0,541$; $Q_{02} = 1,306$.

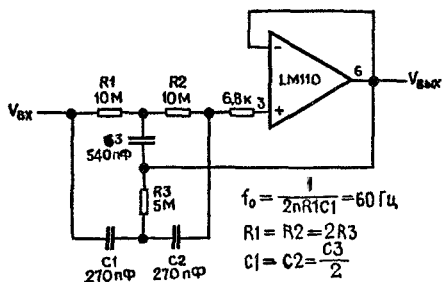
Так как для этого фильтра произведение усиления на полюсу пропускания рассчитано одинаковым для всех четырех усилителей (≈ 1 МГц), в схеме можно использовать для смещения только один источник тока. Точная подстройка окончательно производится с помощью $R_{\text{баланс}}$.

Возможны замены: LM334Z $\rightarrow$ кастрируемый источник опорного напряжения; LM346 $\rightarrow$ К1401УД2.



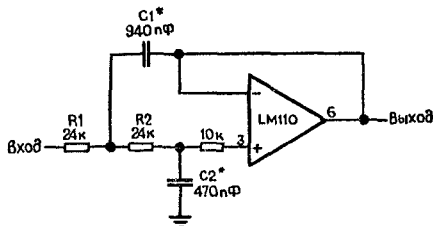
Настраиваемый заградительный фильтр.

Возможны замены: LM107 → К140УД7; LM110 → К140УД17 (в соответствующем включении).



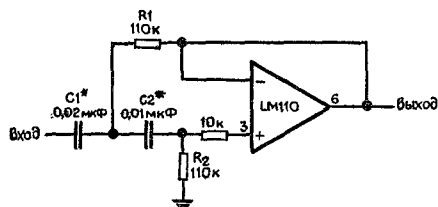
Заградительный фильтр с высокой добротностью.

Можно использовать ОУ типа К140УД17 в соответствующем включении.



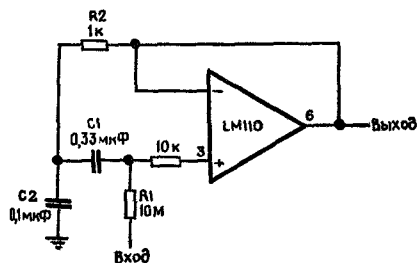
Активный фильтр нижних частот.

* Номиналы элементов даны для частоты 10 кГц. Для улучшения температурной стабильности необходимо использовать слюдяные конденсаторы с посеребренными обкладками.

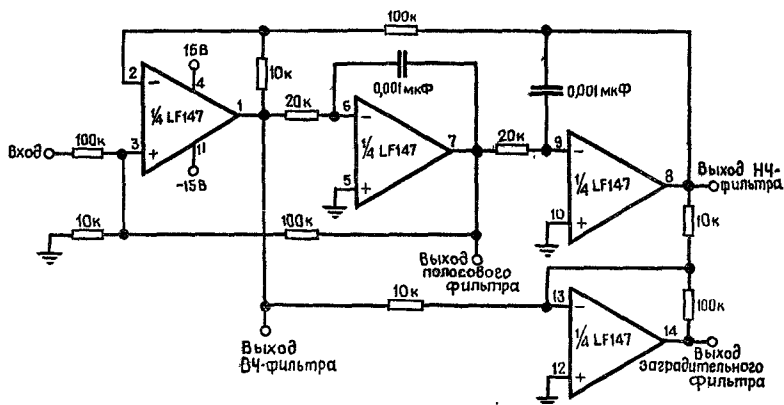


Активный фильтр верхних частот.

* Номиналы элементов приведены для частоты 100 Гц. Для улучшения температурной стабильности необходимо использовать металлизированные поликарбонатные конденсаторы.



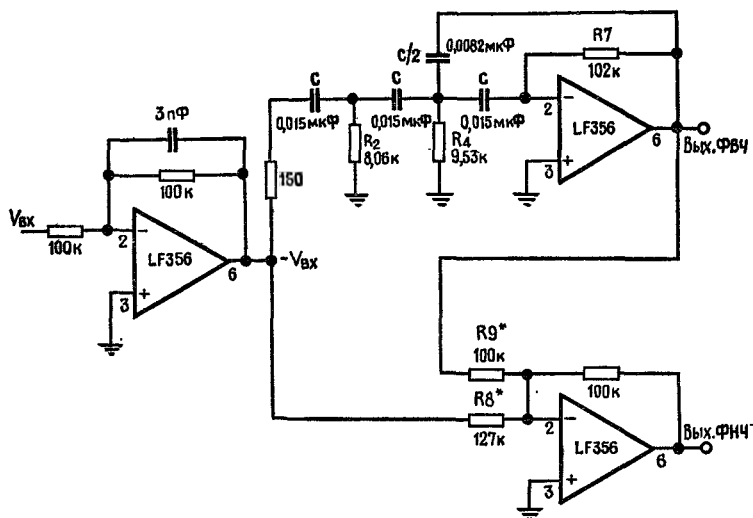
Полосовой фильтр.



Универсальный фильтр.

Для приведенной схемы: $f_0 = 3,4$ кГц, $f_{загр} = 9,5$ кГц, $Q = 3,4$. Коэффициенты передачи равны 0,1 для ВЧ-фильтра, 1 для полосового, 1 для НЧ-фильтра и 10 для заградительного фильтра. $f_0 \cdot Q \leq 200$ кГц. Максимальная частота не превышает 200 кГц при размахе выходного синусоидального сигнала 10 В.

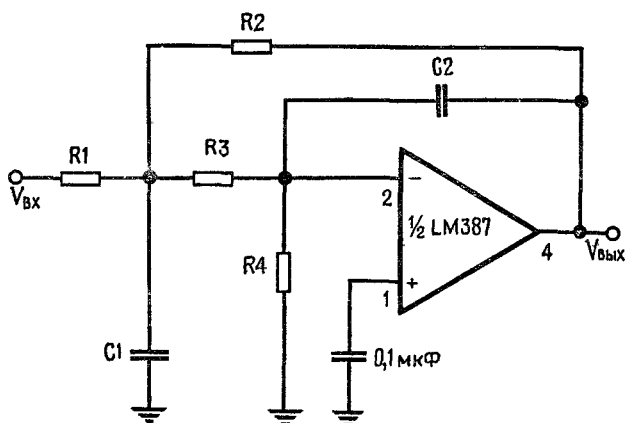
Можно использовать ОУ типа К1401УД2 или К140УД18.



Ассимметричная цепь Баттерворта 3-го порядка.

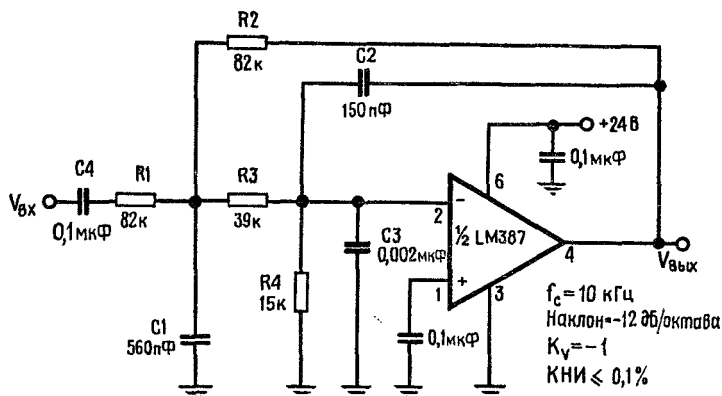
* Точное согласование между R8 и R9 для установки коэффициента передачи на высоких частотах вызвано погрешностями номиналов конденсаторов.

Можно использовать ОУ типа К140УД18.



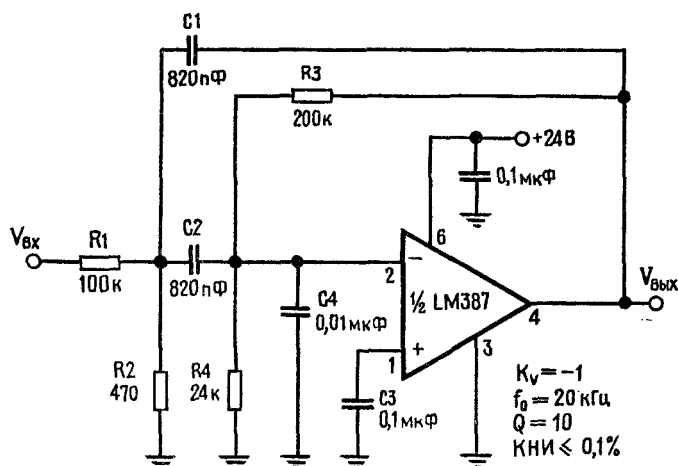
Активный фильтр нижних частот на ИМС LM387.

Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении).

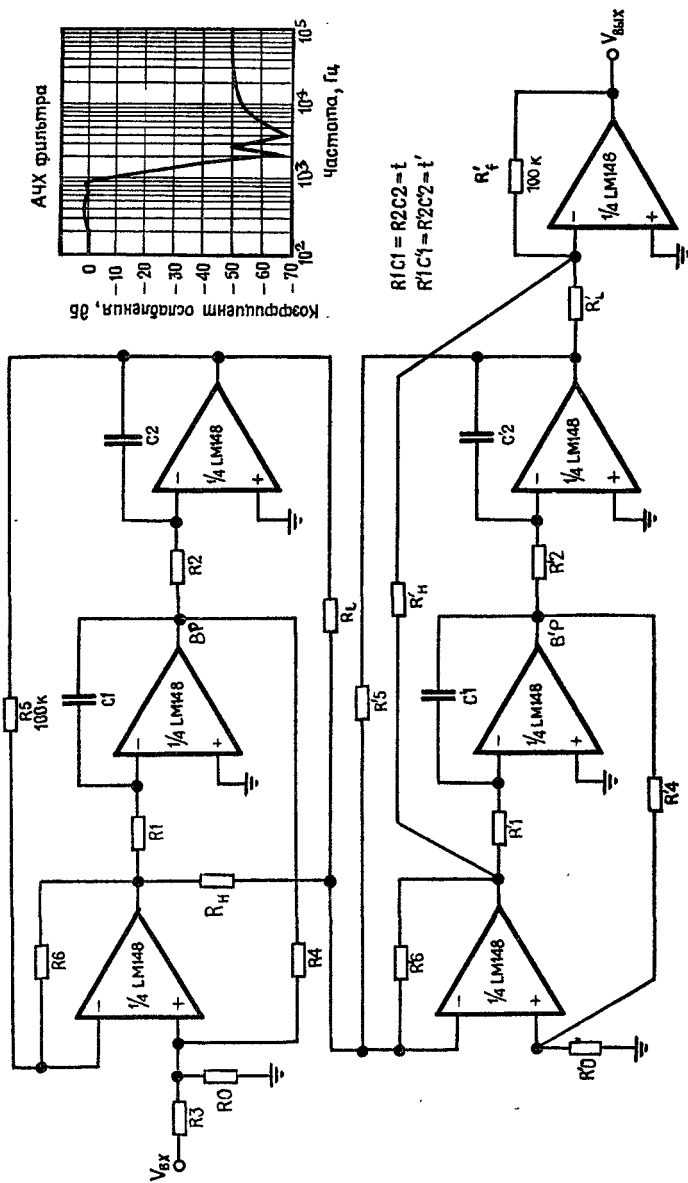


Шумовой фильтр на ИМС LM387.

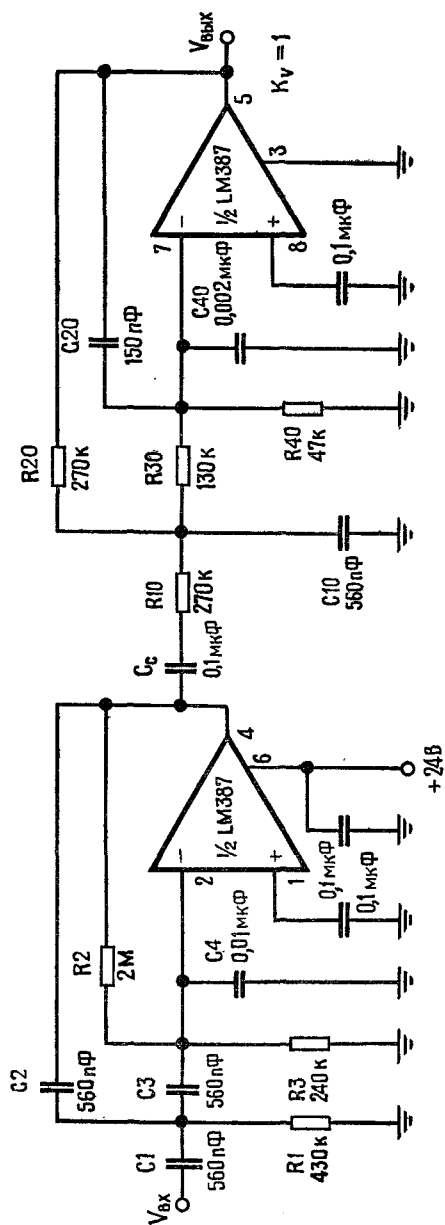
Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении)



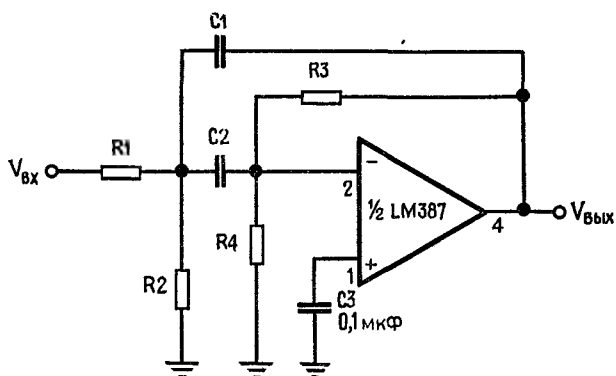
Полосовой активный фильтр на частоту 20 кГц.



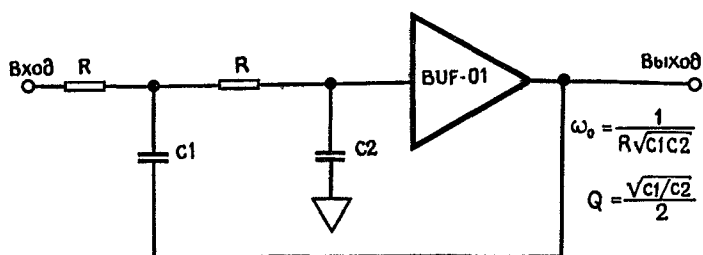
Эллиптический фильтр 4-го порядка на частоту 2 кГц (4 полюса, 4 нуля).
Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Речевой фильтр (полоса частот 300 Гц — 3 кГц).

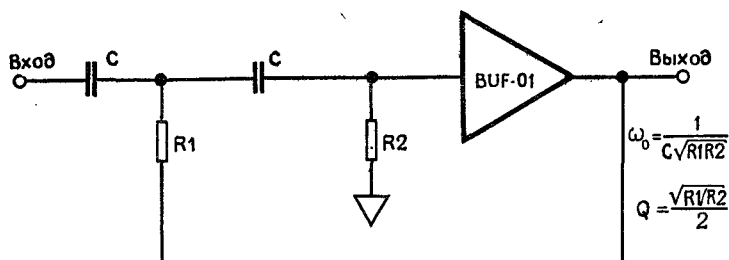


Полосовой активный фильтр на LM387.

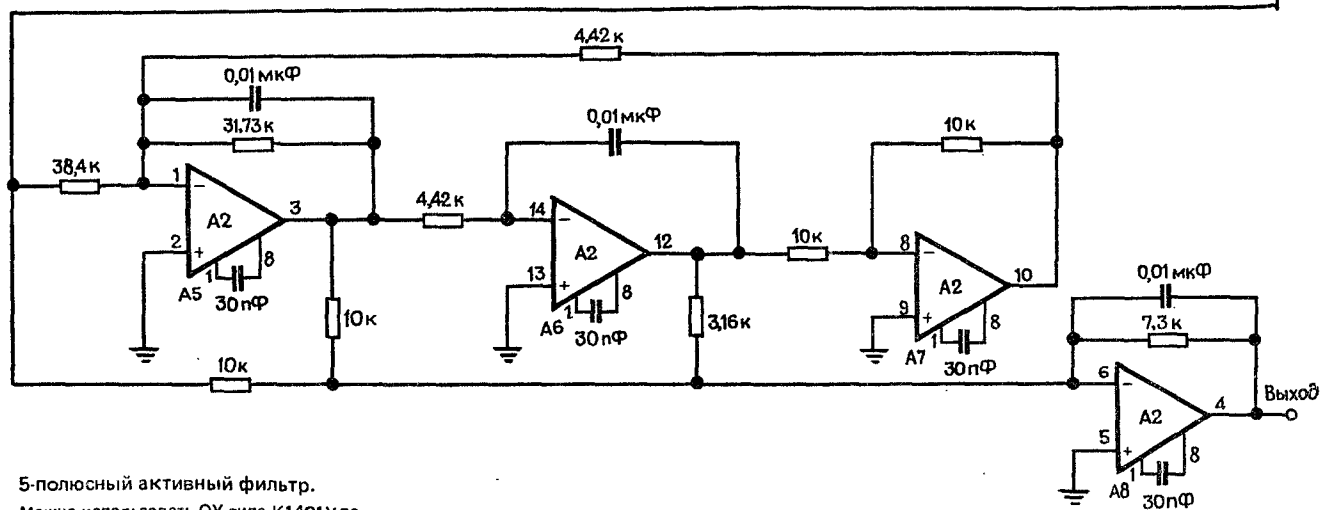
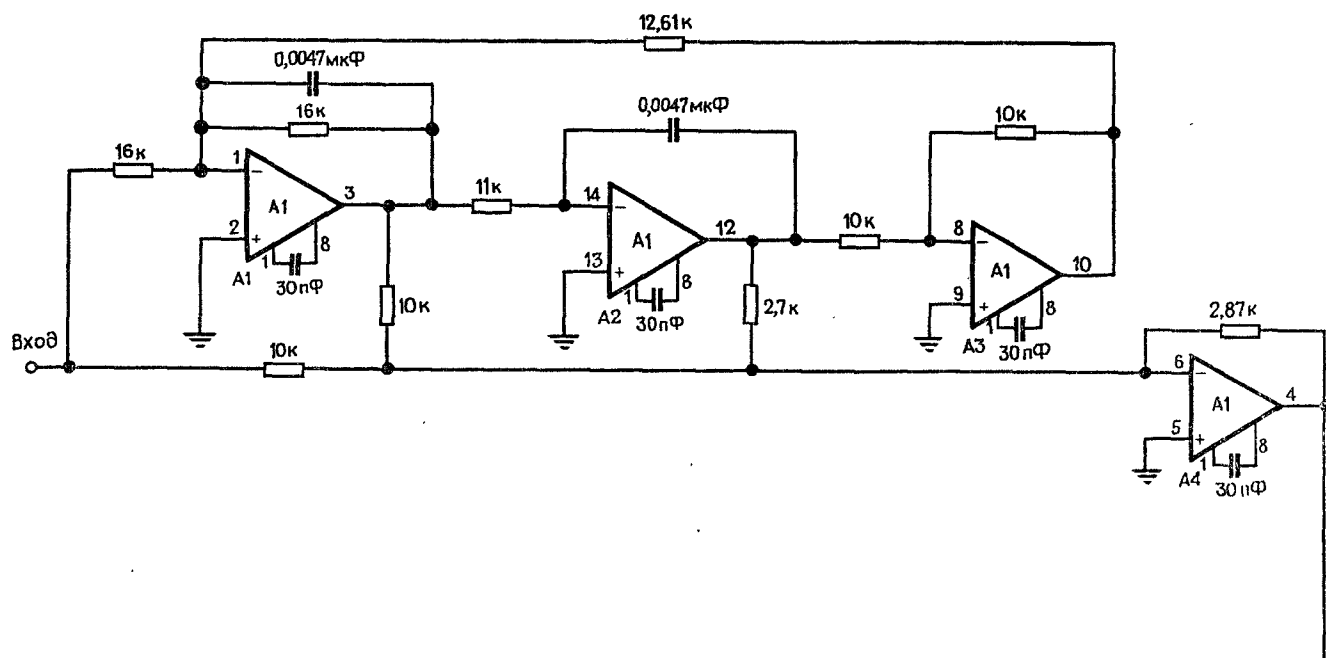


Фильтр нижних частот второго порядка.

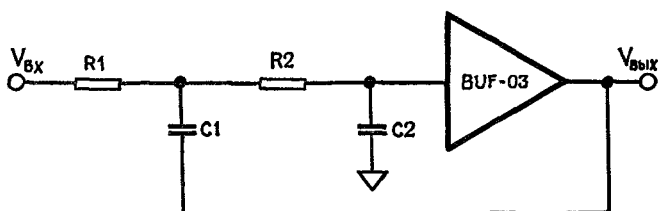
Можно использовать подходящий по быстродействию буферный усилитель с $K_V = 1$.



Фильтр верхних частот 2-го порядка.



5-полюсный активный фильтр.
Можно использовать ОУ типа К1401УД2.

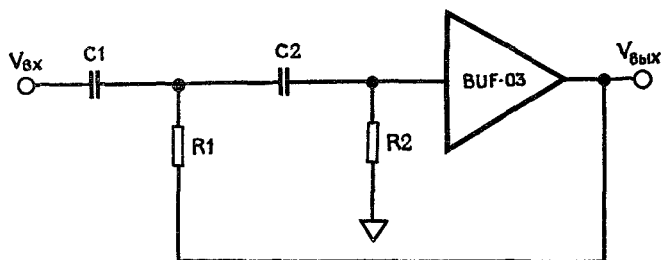


Фильтр нижних частот (для высоких частот).

$$\omega_0 = \left(\frac{1}{R1 R2 C1 C2} \right); \text{ если } R1 = R2 = R, \text{ то } Q = \frac{(C1 C2)^{1/2}}{2}.$$

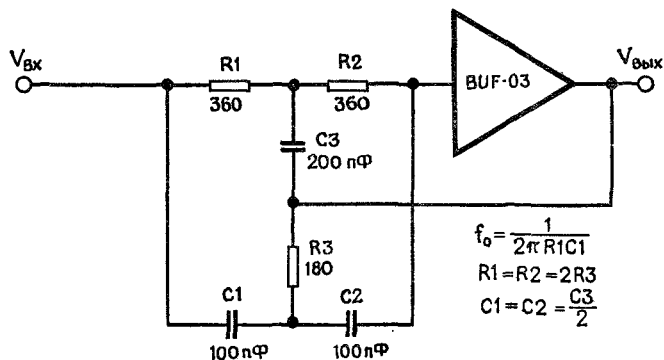
Пример: $f_0 = 1$ МГц, $R = 1,02$ кОм, $C1 = 220$ пФ, $C2 = 110$ пФ, $Q = 0,71$.

Можно использовать буферный ВЧ-усилитель с $K_V = 1$.

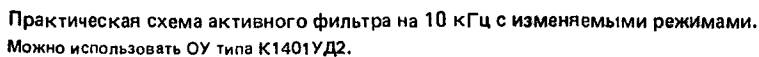
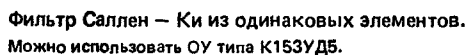


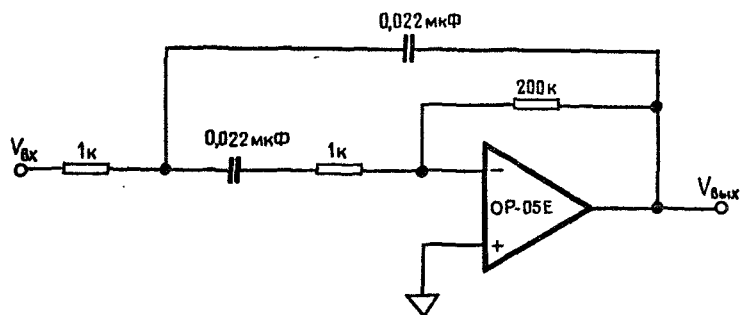
Фильтр верхних частот.

$$\omega_0 = \left(\frac{1}{R1 R2 C1 C2} \right); \text{ если } C1 = C2 = C, \text{ то } Q = \frac{(R1 R2)^{1/2}}{2}. \text{ Пример: } F_0 = 500 \text{ кГц, } C = 220 \text{ пФ, } R1 = 2,05 \text{ кОм, } R2 = 1,02 \text{ кОм, } Q = 0,71.$$

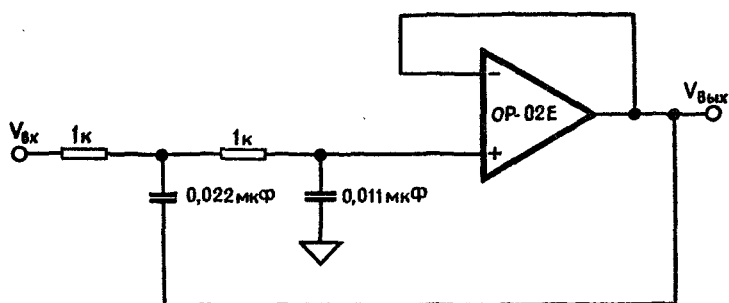


Заграждающий фильтр на 4,5 МГц.

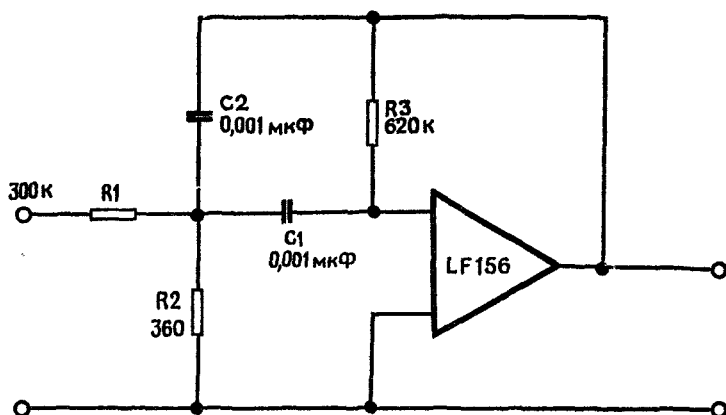




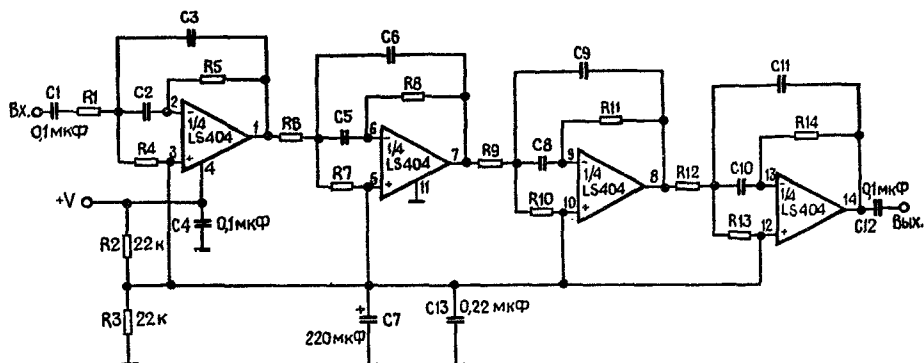
Полосовой фильтр Саллен — Ки на 500 Гц.
Можно использовать ОУ типа К140УД17.



Фильтр Саллен — Ки на 10 кГц.
Можно использовать ОУ типа К153УД5.



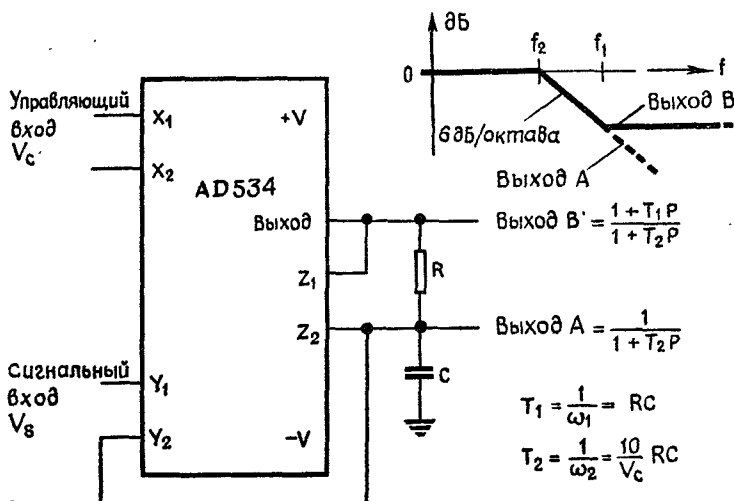
Полосовой фильтр на 10 кГц.
Можно использовать ОУ типа К140УД18.



Составной 8-полюсный фильтр с обратной связью.

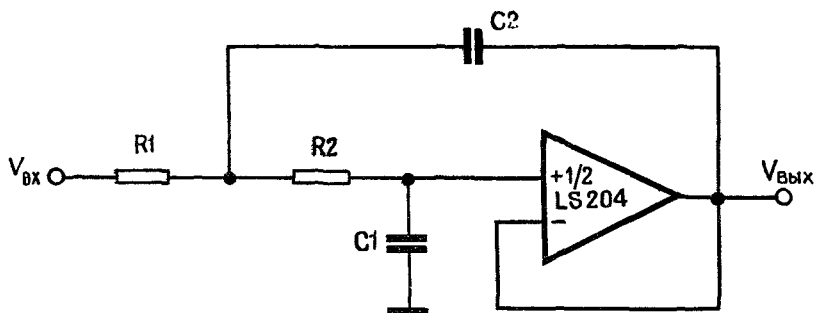
$f_c = 1,180$ Гц; $K_V = 1$; $C2 = C3 = C5 = C6 = C8 = C9 = C10 = C11 = 3,300$ нФ; $R1 = R6 = R12 = R9 = 160$ кОм; $R5 = R8 = R11 = R14 = 330$ кОм; $R4 = R7 = R10 = R13 = 5,3$ кОм.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Фильтр нижних частот, управляемых напряжением.

Возможна замена: AD534 → К525ПС2.

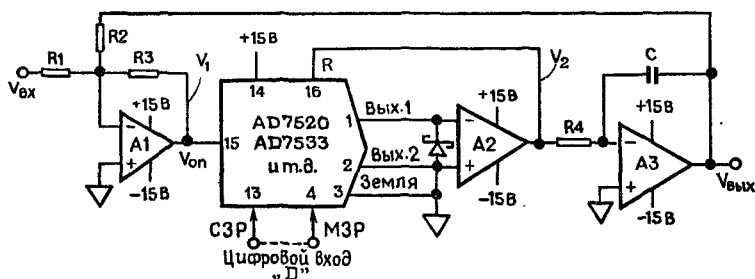


Расчет активного фильтра нижних частот 2-го порядка (конфигурация Саллен — Ки с операционным усилителем).

$$\frac{V_{\text{вых}}}{V_{\text{вх}}} = \frac{1}{1 + 2\xi \frac{s}{\omega_c} + \frac{s^2}{\omega_c^2}}, \quad \text{где } \omega_c = 2\pi f_c \quad (f_c - \text{частота среза}) \text{ и } \xi - \text{коэффициент}$$

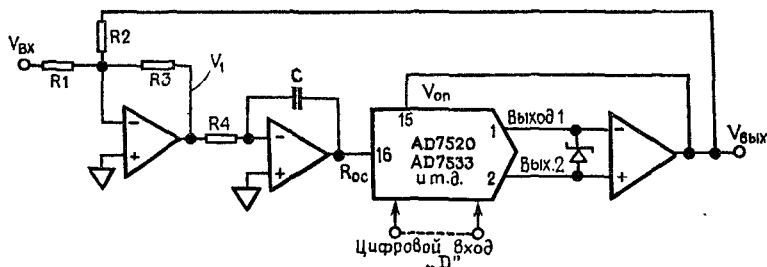
затухания.

Можно использовать ОУ типа К140УД20.

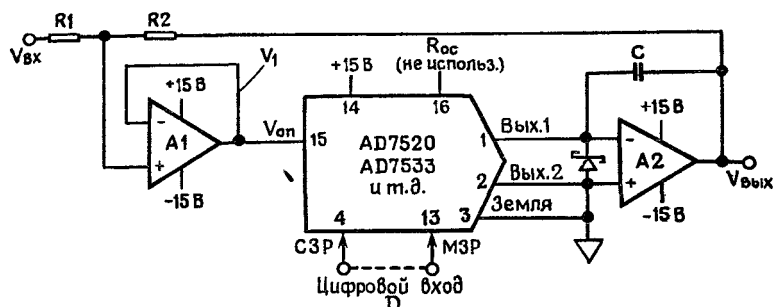


Фильтр нижних частот с цифровым управлением (вариант 1).

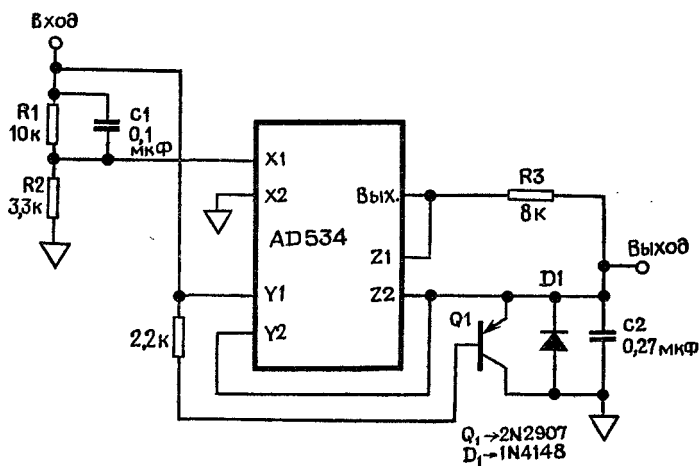
Возможны замены: A1 — A3 → ОУ общего назначения. AD7520 → К572ПА1; диод Шоттки → КД514А.



Фильтр нижних частот с цифровым управлением (вариант 2).



Фильтр нижних частот с цифровым управлением (вариант 3).

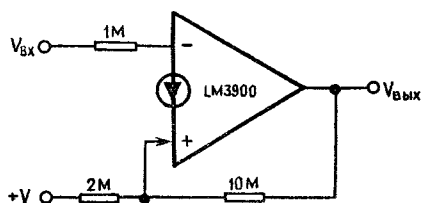


Фильтр нижних частот, управляемый производной.

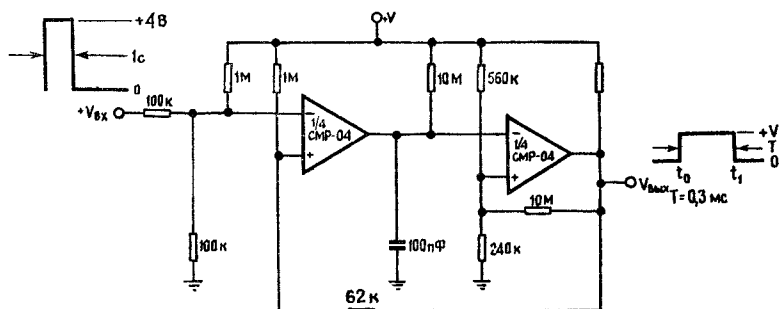
Возможны замены: AD534 → K525ПC2; 1N4148 → любой маломощный кремниевый диод; 2N2907 → КТ3107Ж

Глава 6

Мультивибраторы, схемы выборки-хранения и пиковые детекторы

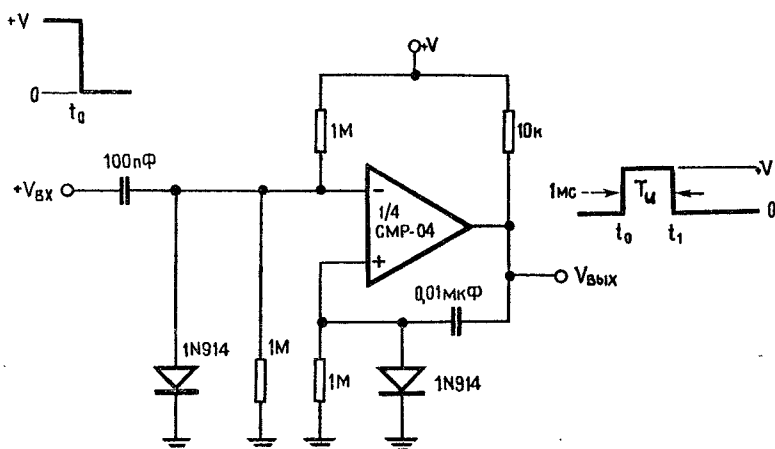


Триггер Шмитта.



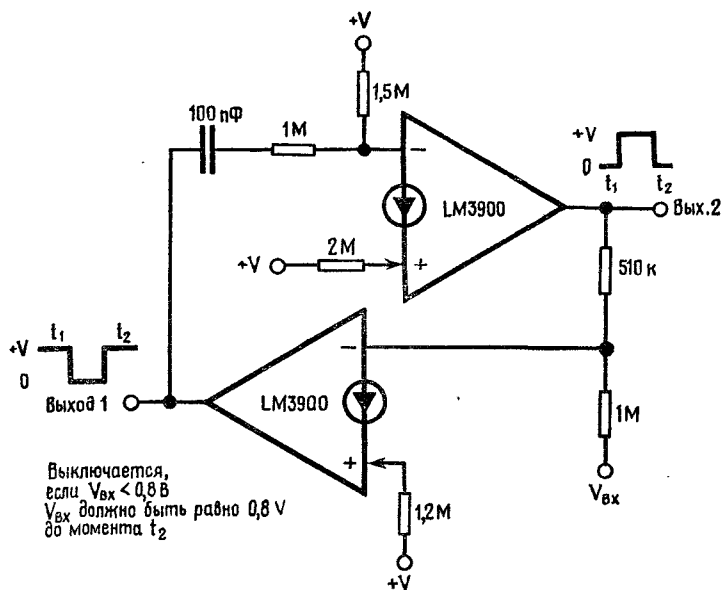
Одновибратор с блокировкой входа.

Можно использовать компараторы типа К554СА3 и К521СА4.



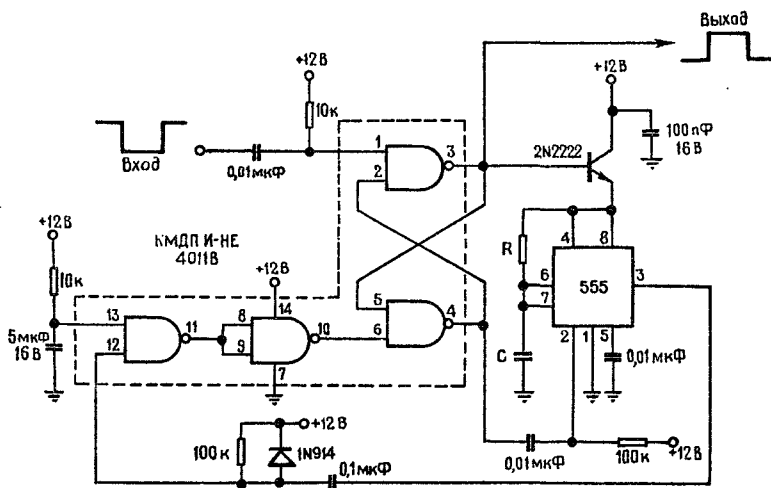
Одновибратор.

Можно применить любые маломощные кремниевые диоды и компараторы типа К554СА3 или К521СА4.



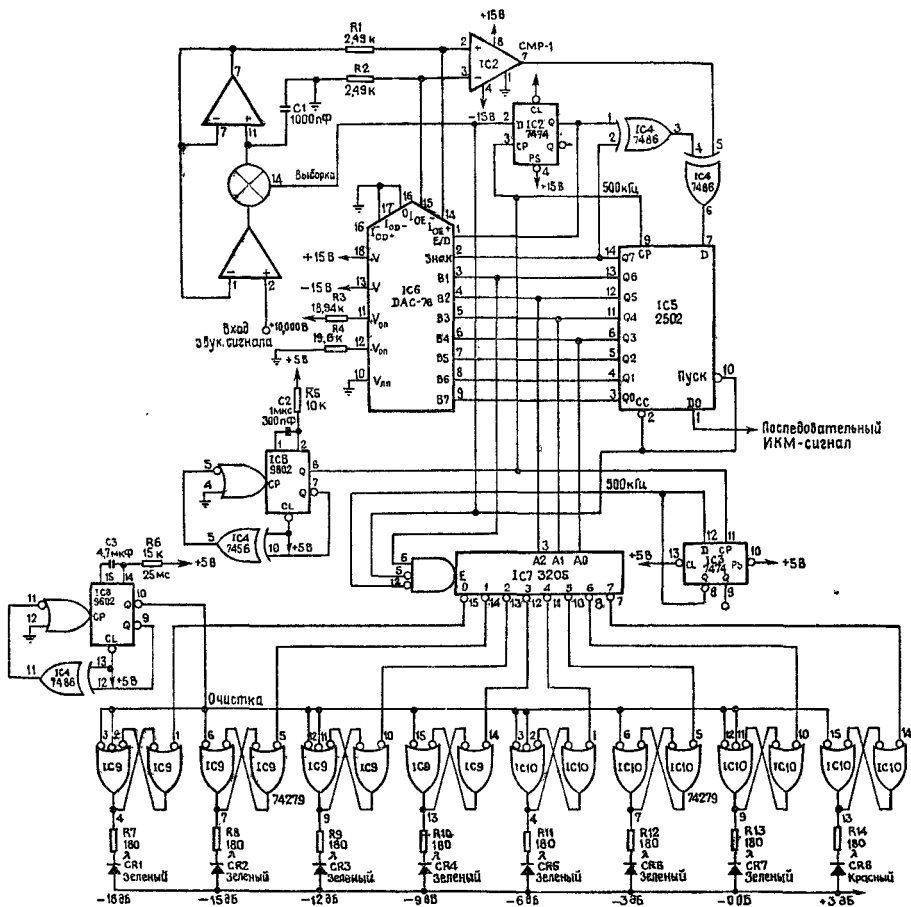
Одновибратор с входным компаратором.

LM3900 — усилитель Нортон. Можно использовать ИМС типа К1401УД1.



Маломощный одновибратор.

Возможны замены: 4011B → К561ЛА7; 2N2222 → КТ503Б; 1N914 → КД521А; 555 → КР1006ВИ1



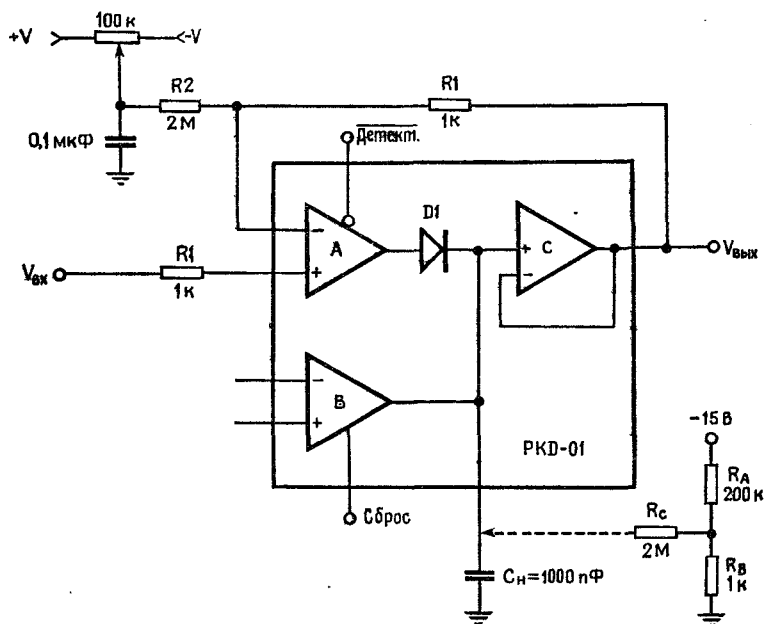
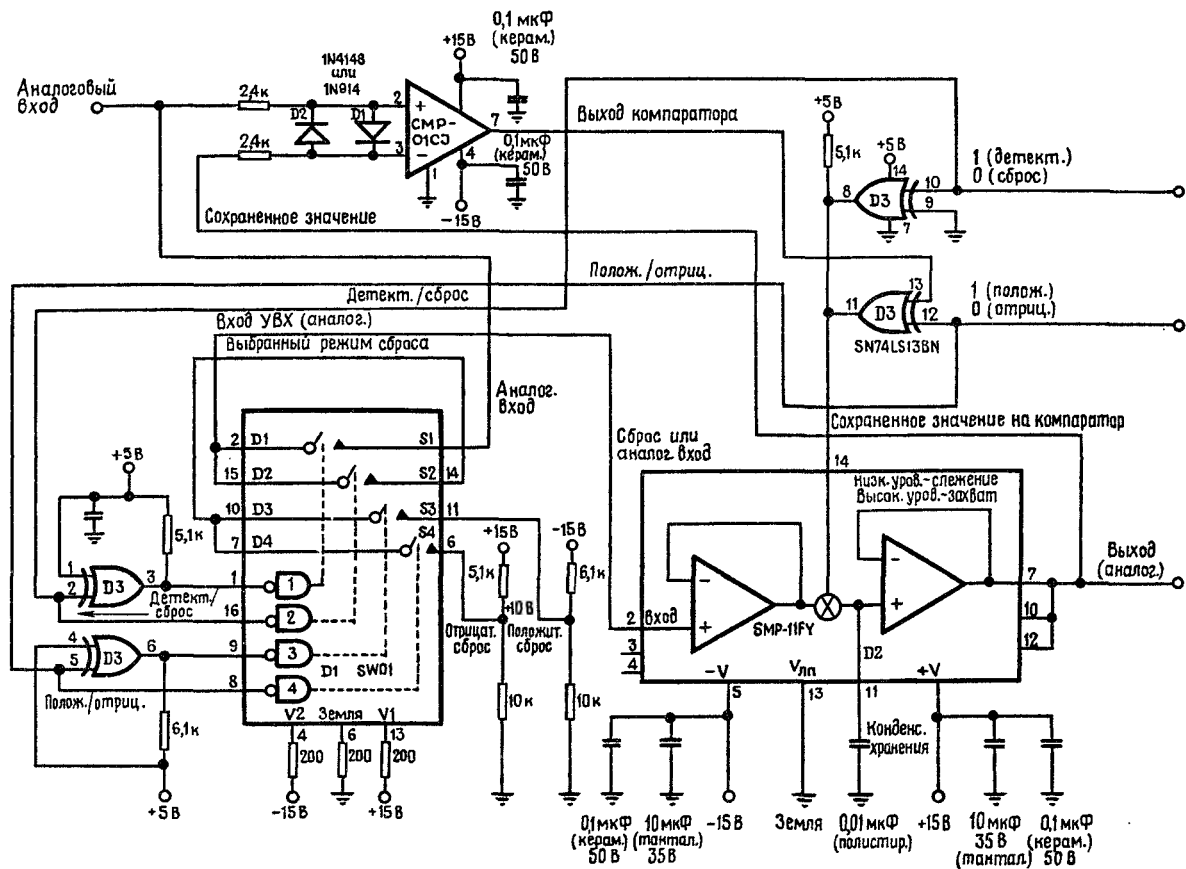


Схема с нулевым $V_{см}$ для пикового детектора положительных значений.

Пояснения

1. Диапазон нуля = $\pm V$ (R_4/R_3)
2. После подстройки усилителя А отсоединить R_c от C_n .
3. Если необходимо повторить измерение, подать сигнал сброса на усилитель В. Для подстройки усилителя В резисторы не используются.

PKD-01 — схема пикового детектора. Возможна реализация ее на ОУ типа К140УД12 и других ОУ общего назначения.



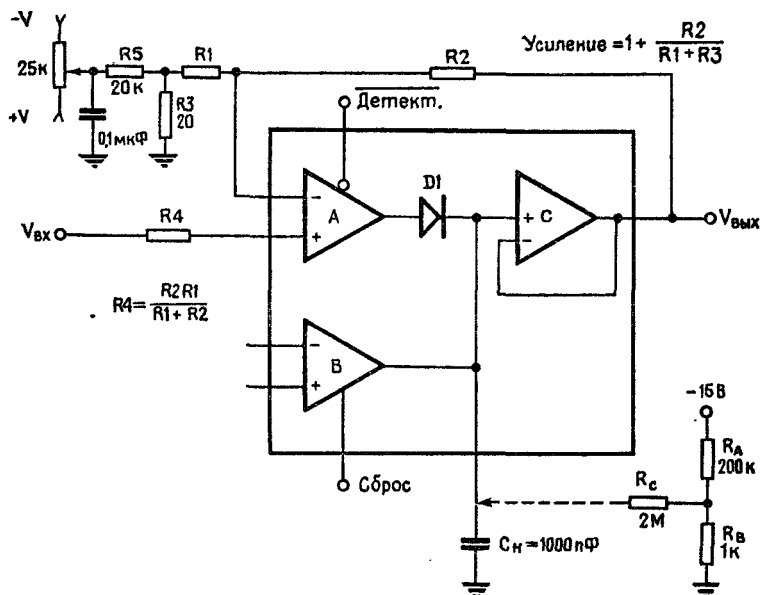
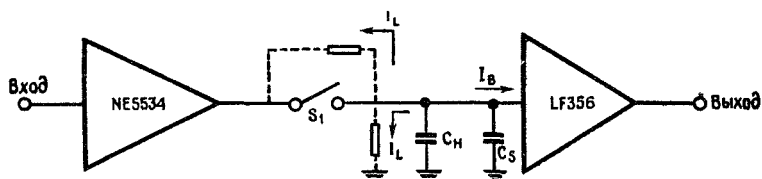


Схема с нулевым $V_{см}$ для пикового детектора положительных значений с усилением.

Пояснения.

1. Диапазон нуля $= \pm V$ ($R3/R5$)
2. После подстройки усилителя А отсоединить R_c от C_H .
3. Если необходимо повторить измерение, подать сигнал сброса на усилитель В.



Типовая схема выборки-хранения.

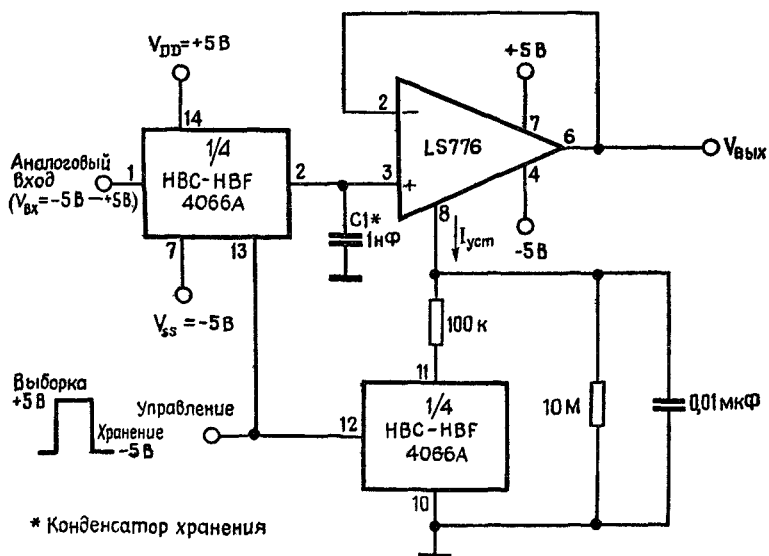
Возможны замены: NE5534 → K140УД11; LF356 → K140УД18.

Полная схема программируемого пикового детектора.

Развязывающие конденсаторы для ИМС SMP-81 и СМР-01 должны располагаться не далее 12 мм от корпуса микросхемы.

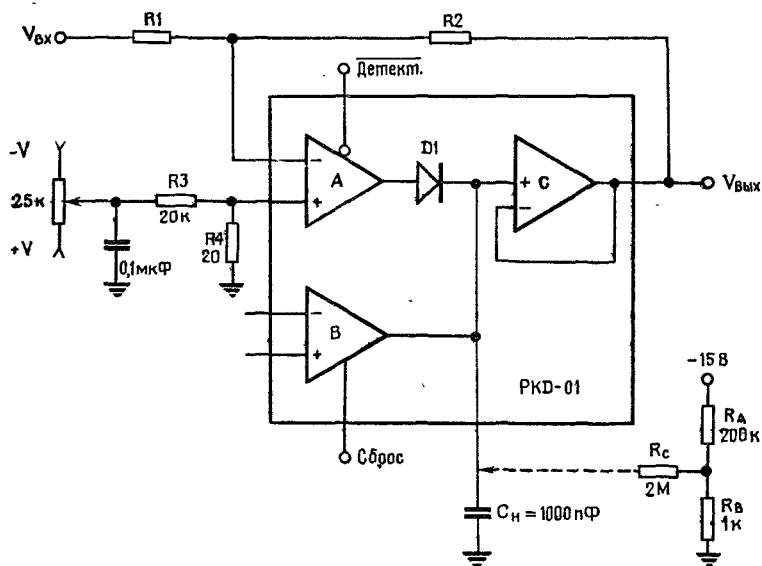
Возможны замены: 1N914, 1N 4148 → любой маломощный кремниевый диод; СМР-01СJ → K521CA4;

74LS136N → K555ЛП5; SW01 → K590KH2; SMP-11FY → KP1100CK2 с дополнительным ОУ.



Высокоточная схема выборки-хранения.

Возможны замены: 4066A → К561КТ1; LS776 → К140УД12.



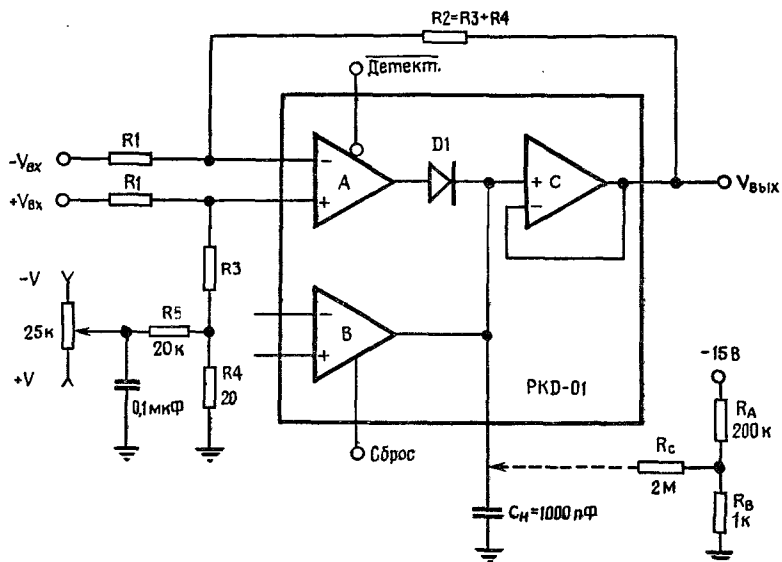


Схема с нулевым $V_{см}$ для дифференциального пикового детектора.

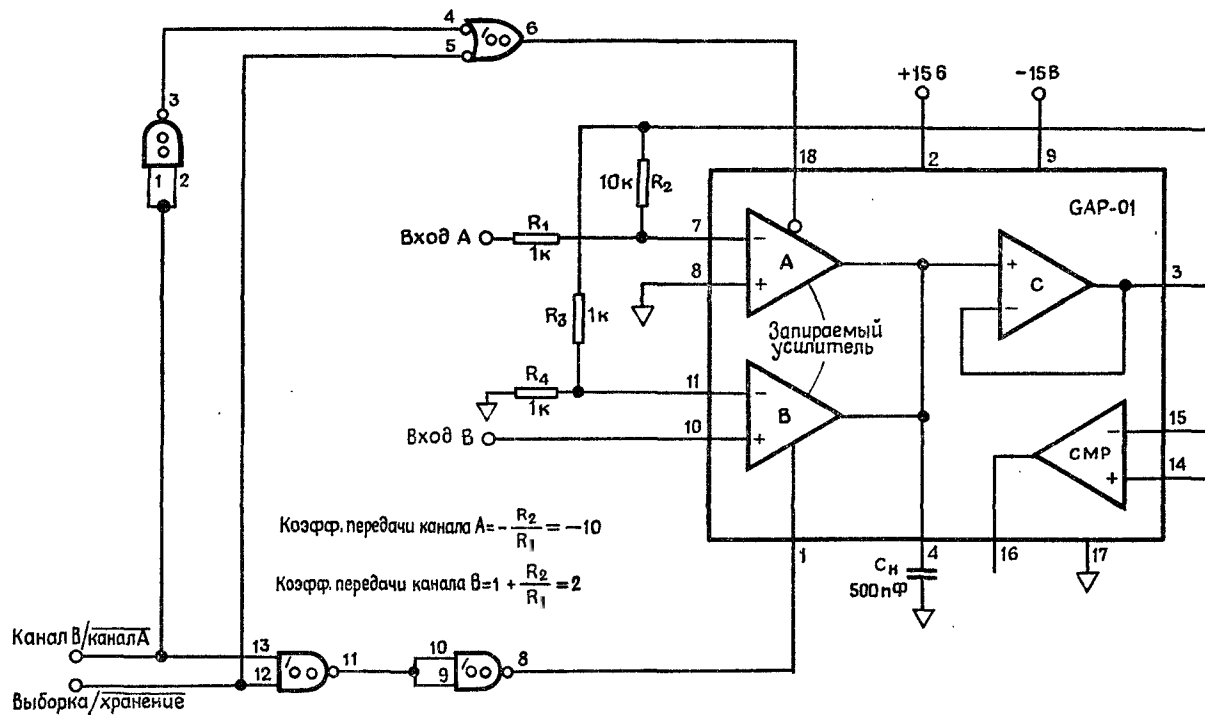
Пояснения

1. Диапазон нуля $= \pm V (R5/R4) (R1/R1 + R3)$
2. После настройки усилителя А отсоединить R_c от C_H .
3. Если необходимо повторить измерение, подать сигнал сброса на усилитель В.

Схема с нулевым $V_{см}$ для пикового детектора отрицательных значений.

Пояснения

1. Диапазон нуля $= \pm V (R4/R3)$
2. После подстройки усилителя А отсоединить R_c от C_H .
3. Если необходимо повторить измерение, подать сигнал сброса на усилитель В.



Двухканальный усилитель с выборкой-хранением.

GAP-01 (модуль выборки-хранения) можно реализовать на ИМС К1100СК2 и ОУ общего назначения. ИМС SN7400 можно заменить на К155ЛА3.

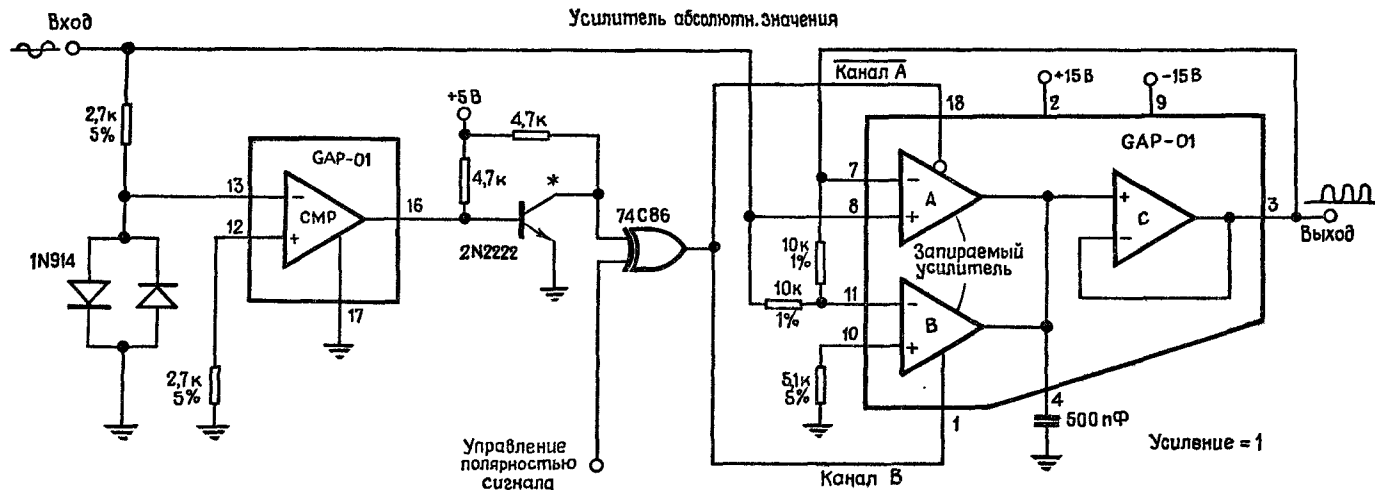
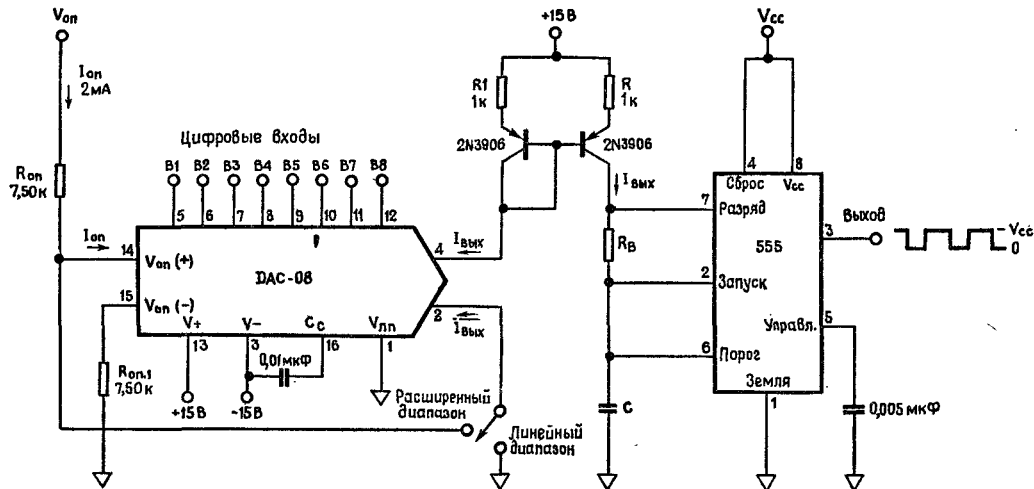


Схема определения абсолютного значения с программируемой полярностью выходного сигнала.

* Транзистор увеличивает коэффициент усиления компаратора.

Возможны замены: 1N914 → КД521А; 2N2222A → КТ315Г; 74C86 → К561ЛЛ2. Остальная часть схемы (GAP-01) может быть выполнена на компараторах К554СА3, УВХ К1100СК2 и ОУ общего применения.



Мультивибратор с цифровым управлением.

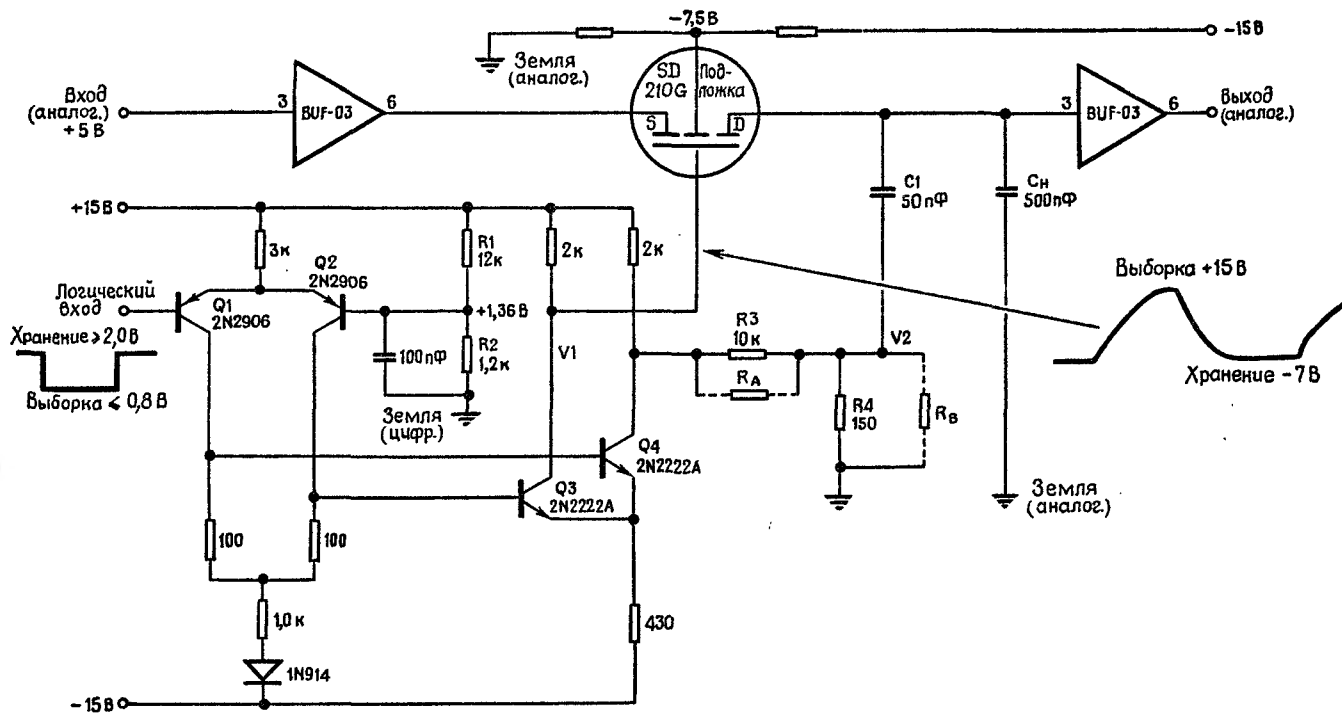
Для линейного режима частота

$$f = \frac{I}{\frac{1}{3} \frac{R_{оп} C}{(D)} \frac{V}{V_{оп}} + 0,695 R_B C}$$

Для расширенного режима частота

$$f = \frac{I}{\frac{1}{3} R_{оп} C \frac{V}{V_{оп}} \left[\frac{C - (D)}{(D)} \right] + 0,695 R_B C}$$

Возможны замены: DAC-08 → К572ПА1; 2N3906 → КТ326Б; 555 → КР1006ВИ1.

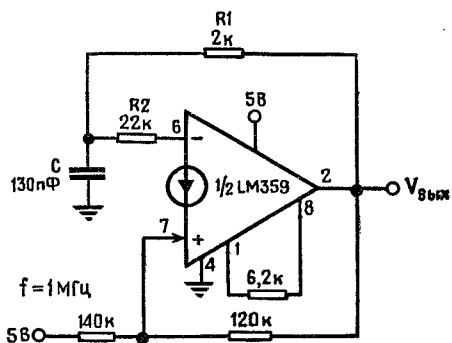


Быстродействующий усилитель выборки-хранения.

Возможны замены: 1N914 → КД521А; BUF-03 → быстродействующий буферный усилитель с $K_V = 1$; SD210 → КП305Д; 2N2906 → КТ326Б; 2N2222А → КТ315Г

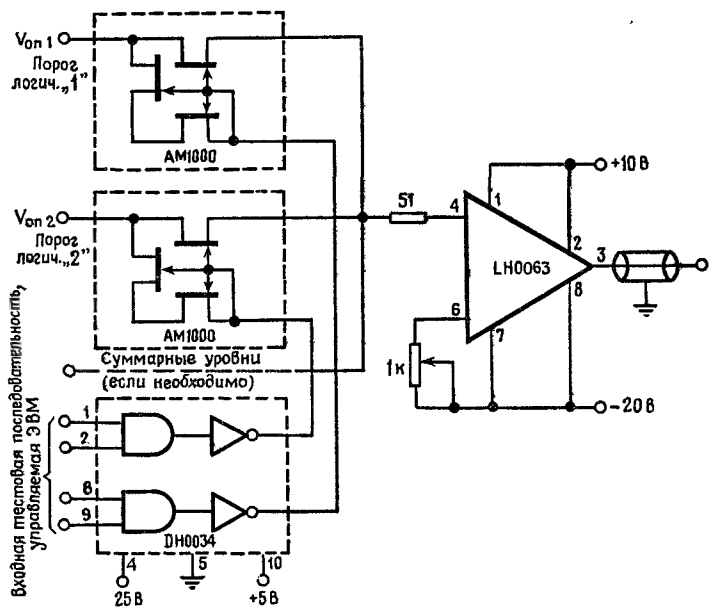
Глава 7

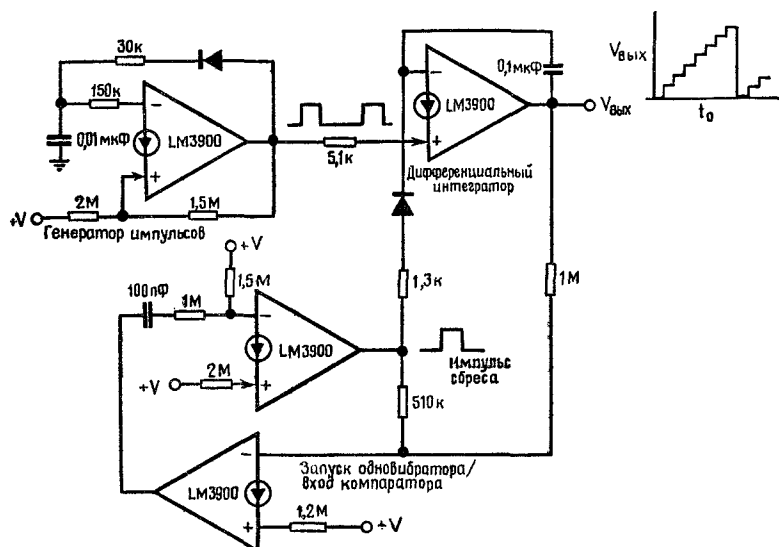
Генераторы колебаний и функциональные генераторы



Генератор прямоугольных колебаний.

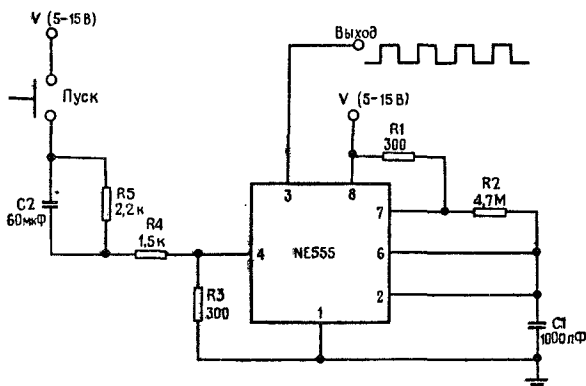
Выход совместим с ТТЛ-логикой. Частота подстраивается с помощью R_1 и C ($R_1 \ll R_2$).





Генератор ступенчатого напряжения (счетчик импульсов).

ИМС LM3900 — усилитель Нортонa. Диоды — любые маломощные кремниевые. Можно применить ИМС типа К1401УД1.

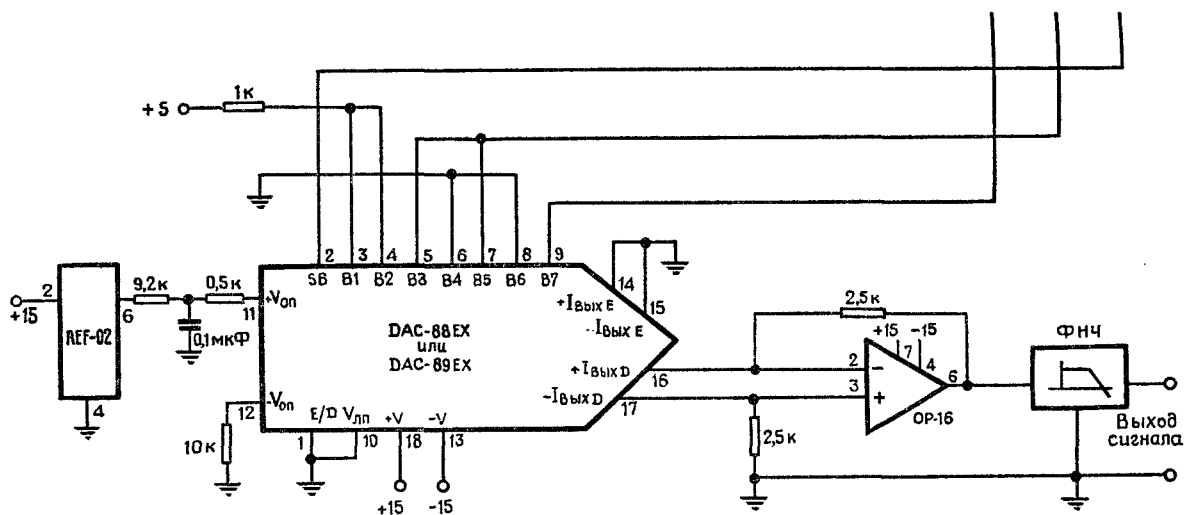
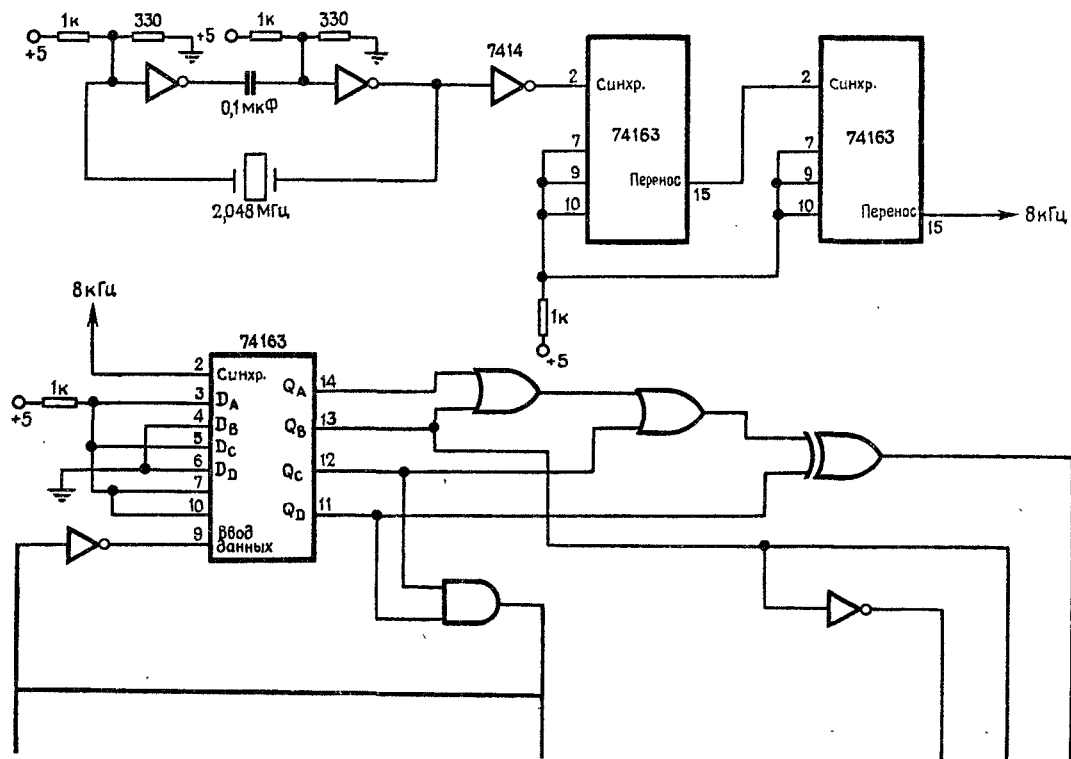


Генератор звукового сигнала.

Возможна замена: NE555 → КР1006ВИ1.

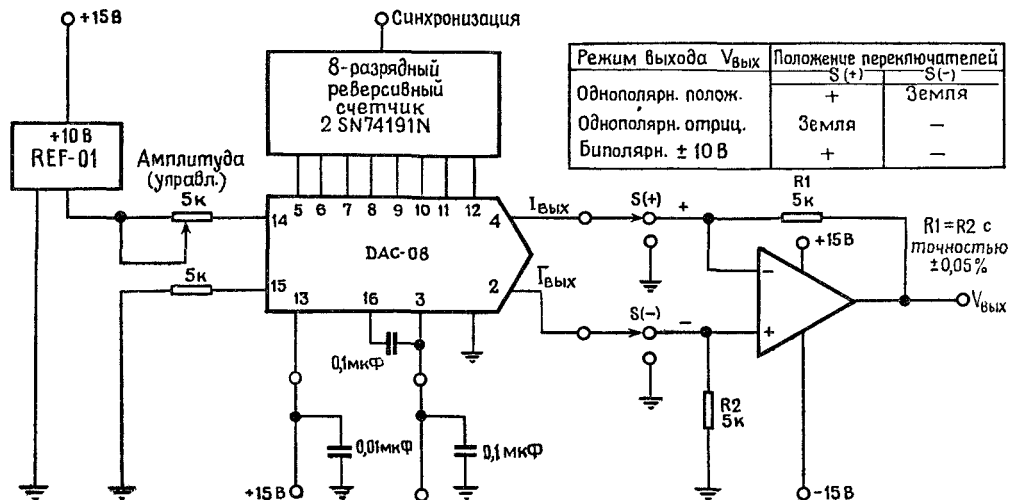
Быстродействующее автоматическое устройство проверки внешнего функционального генератора.

В качестве ключей AM1000 можно использовать полевые транзисторы типа КП601А, КП302Б. ДН0034 — преобразователь уровня для управления ключами; ЛН0063 — быстродействующий буферный усилитель с мощным выходом, который можно реализовать на ОУ К154УД2 с дополнительными транзисторами на выходе.



Генератор синусоидальных колебаний стандартной амплитуды (0 дБм на частоте 1 кГц).

Возможны замены: 7414 → К155ТЛ2; OP-16 → К154УД3; 74163 → К155ИЕ10; REF-02 – источник опорного напряжения 10 В.

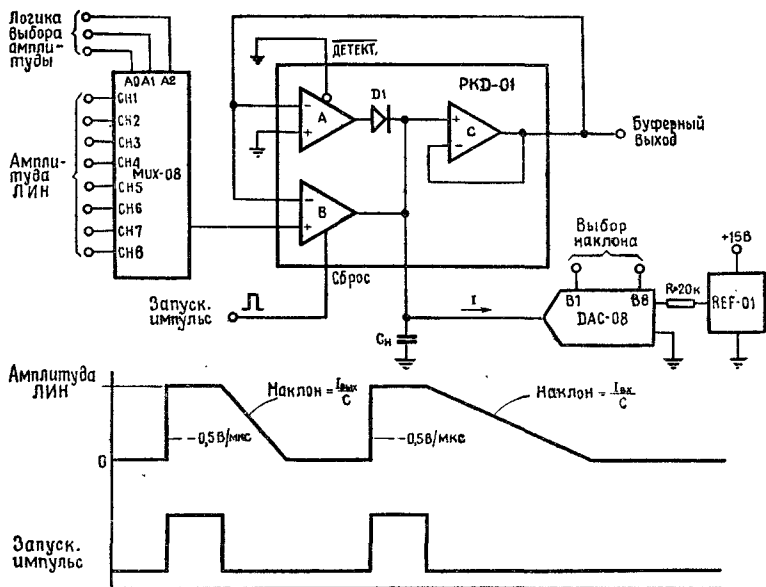


Быстродействующий генератор колебаний различной формы.

Пояснения

1. Биполярный выход симметричен относительно нуля. Подстраивается пиковое значение амплитуды.
2. Для получения колебаний треугольной формы идет счет в прямом направлении до заполнения, затем счетчик реверсируется и идет обратный счет.
3. Для получения нарастающего пилообразного напряжения идет счет в прямом направлении до заполнения, затем происходит сброс и цикл повторяется.
4. Для получения спадающего пилообразного напряжения идет счет в обратном направлении, затем происходит сброс и цикл повторяется.
5. Для получения колебаний любой другой формы следует использовать ПЗУ, запрограммированное на соответствующую функцию.
6. Время установления ЦАП (равное 85 нс) позволяет получить период колебаний 25,6 мкс или частоту повторения 39 кГц в режиме однополярного положительного сигнала.

Возможны замены с ухудшением быстродействия: SN4797 → K155IE9; DAC-08 → K594ПА1; ОУ → K140УД11; REF-01 → источник опорного напряжения 10 В.



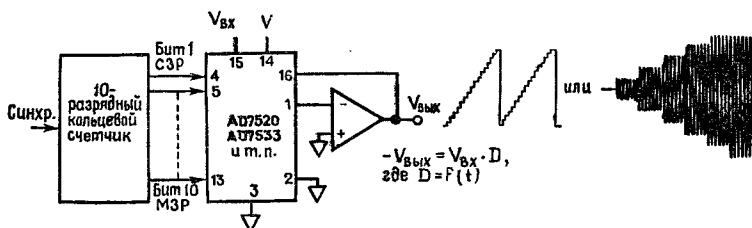
Программируемый низкочастотный генератор ЛИН (линейно-изменяющегося напряжения).

Пояснения

1. Отрицательный наклон ЛИН определяется выходным током ЦАП.

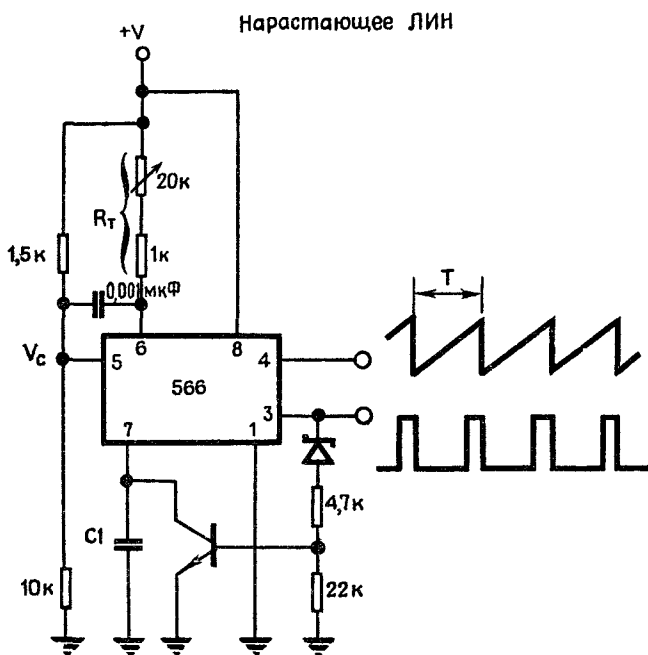
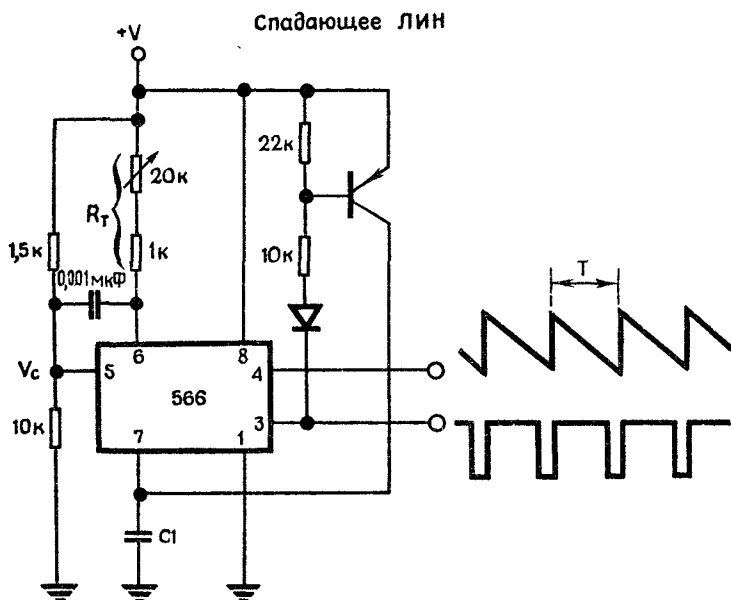
2. ЦАП используется в качестве генератора тока с цифровым управлением. Максимальный ток не должен превышать 0,5 мА (для ЦАП DAC-08).

Возможны замены: MUX-08 → K590KH6 (для входных сигналов до ± 5 В); DAC-08 → K594ПА1. Модуль PKD-01 можно реализовать на УВХ KP1100СК2 и ОУ общего назначения. REF-01 — источник опорного напряжения 10 В (20 мА).

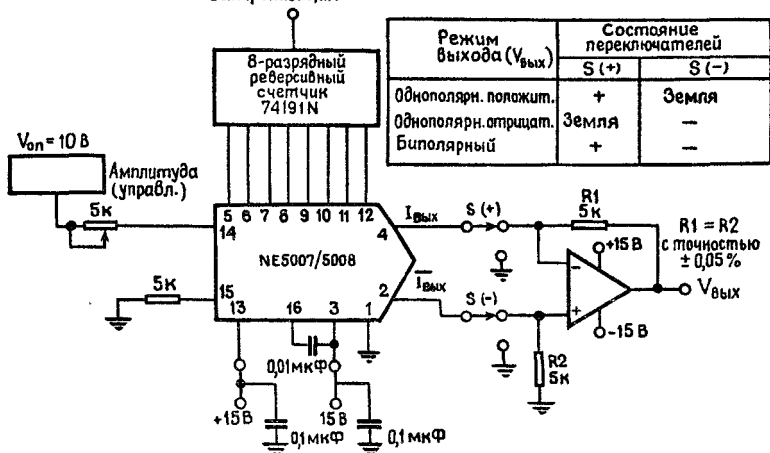


Генератор ступенчатого напряжения.

Возможна замена: AD7520 → K572ПА1А. Кольцевой счетчик можно реализовать на сдвиговых регистрах с параллельным выходом или триггерах.



Синхронизация



Режим выхода ($V_{вых}$)	Состояние переключателей	
	S (+)	S (-)
Однополярн. положит.	+	Земля
Однополярн. отрицат.	Земля	—
Биполярный	+	—

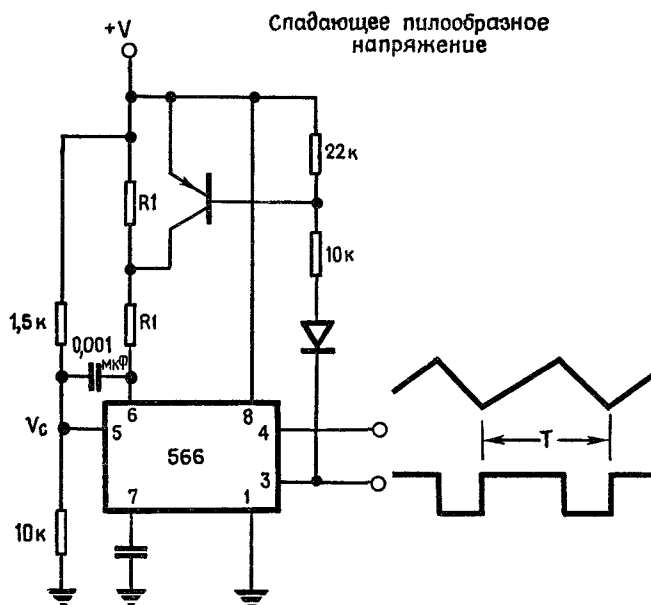
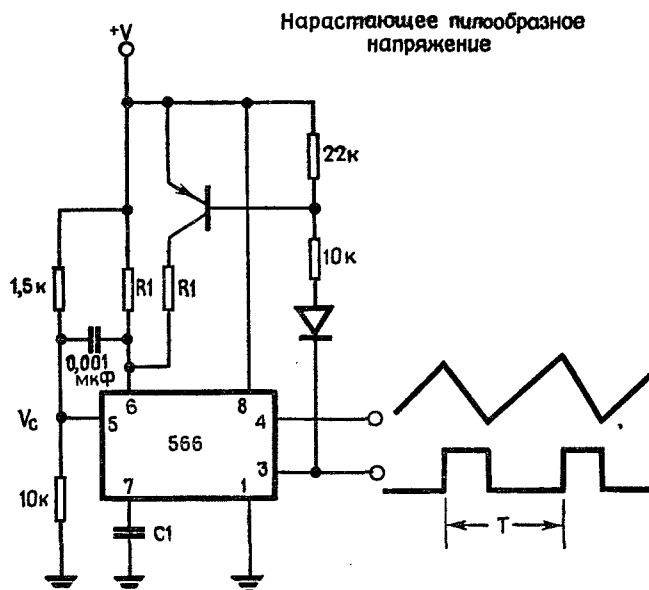
Быстродействующий генератор колебаний различной формы.

Пояснения

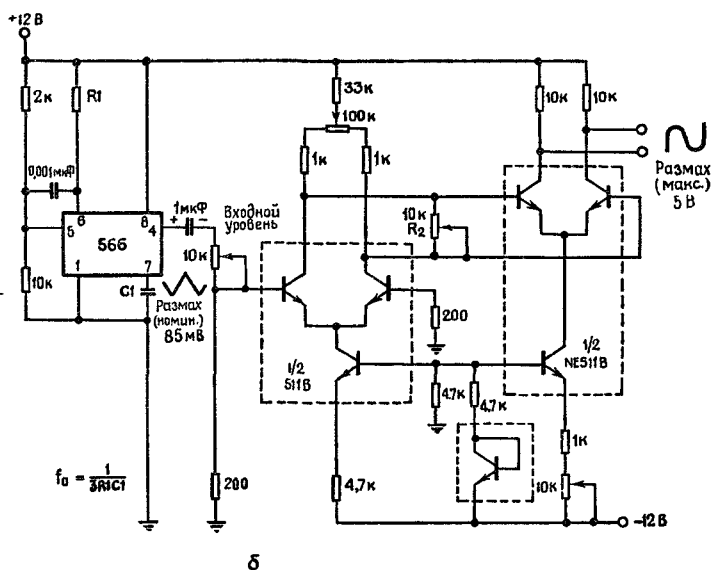
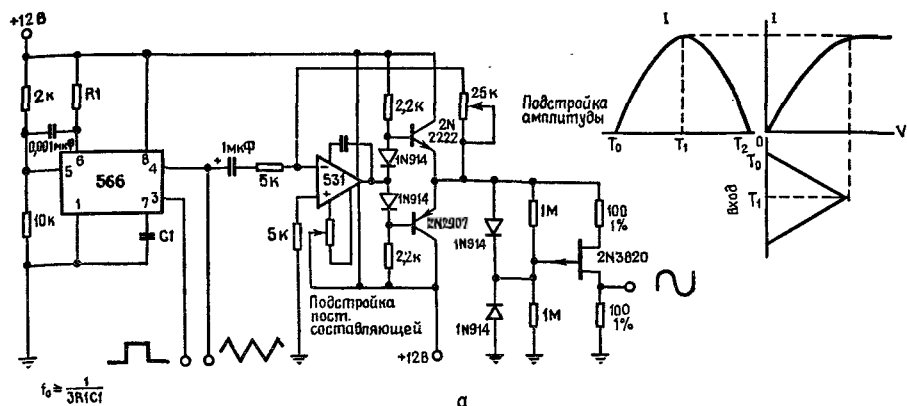
1. Биполярный выход симметричен относительно нуля. Подстраивается пиковое значение амплитуды.
 2. Для получения колебаний треугольной формы идет счет в прямом направлении до заполнения, затем счетчик реверсируется и идет обратный счет.
 3. Для получения нарастающего пилообразного напряжения идет счет в прямом направлении до заполнения, затем происходит сброс и цикл повторяется.
 4. Для получения спадающего пилообразного напряжения идет счет в обратном направлении, затем происходит сброс и цикл повторяется.
 5. Для получения колебаний любой другой формы следует использовать ПЗУ, запрограммированное на соответствующую функцию.
- Возможны замены с ухудшением быстродействия: 74191 → K155IE7; NE5007/5008 → K1108ПА1 (в типовом включении); ОУ → K140УД11.

Генератор ЛИН (линейно-изменяющегося напряжения).

Можно использовать любые маломощные кремниевые диоды и транзисторы общего назначения. Диод Шоттки → КД514А. ИМС 566 — функциональный генератор (отечественного аналога не имеет).



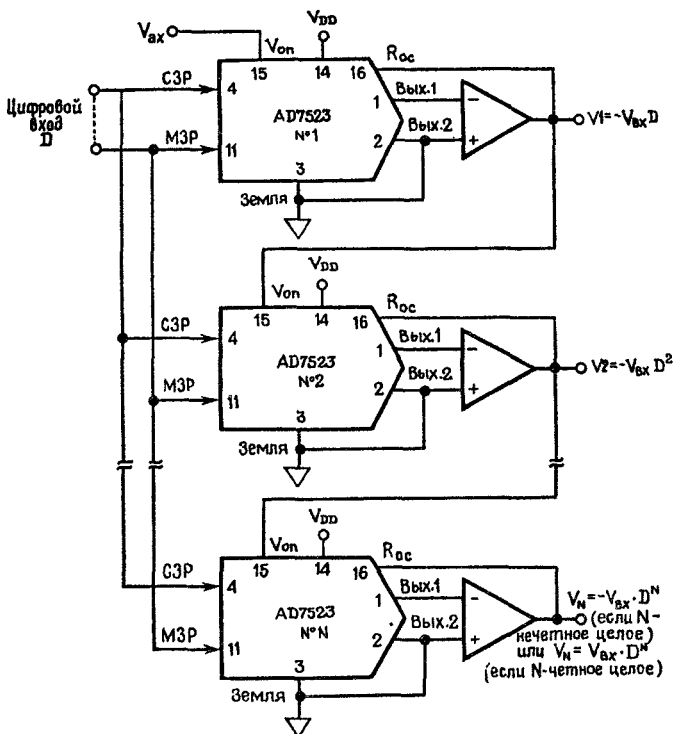
Генератор импульсов и пилообразного напряжения.



Преобразователи колебаний треугольной формы в синусоидальные.

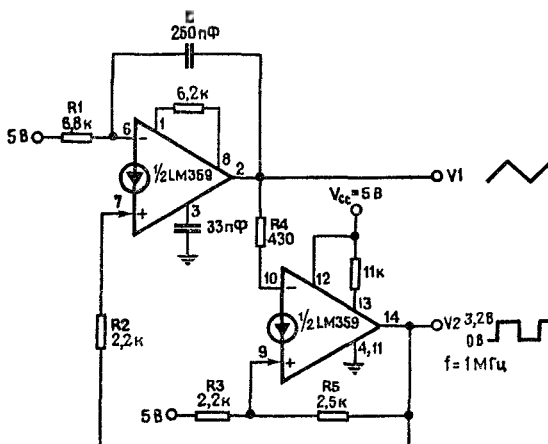
R_1 , R_2 и входной уровень подстраиваются до достижения КНИ на выходе не более 2%.

Возможны замены. 1N914 → КД521А; 2N 2222 → КТ603Б; 2N 2907 → КТ626Б; 2N 3820 → КП303Б; NE511B → КР198НТ1А; 531 → К140УД11.



Генератор коэффициентов полинома.

Можно использовать ЦАП К572ПА1 и ОУ общего назначения.



Генератор колебаний треугольной формы.

Выход V2 совместим с ТТЛ-логикой. Частота подстраивается с помощью R5 и C.

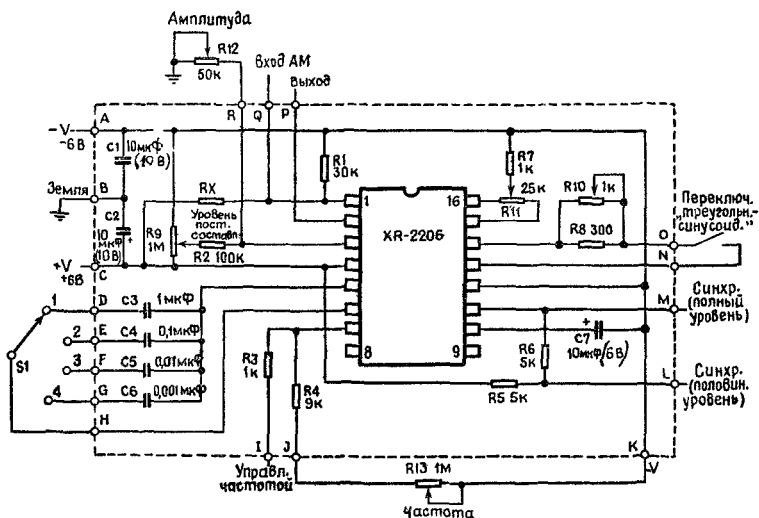


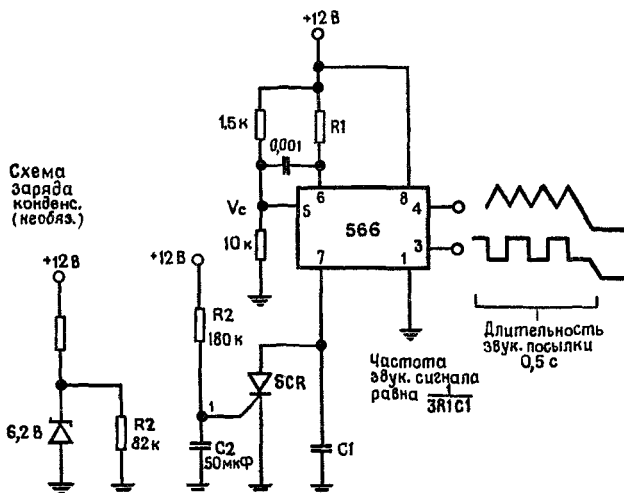
Схема подключения функционального генератора.

Пояснения

1. При работе с одним источником питания подключить резистор R12 между точками R и B, отсоединив земляную шину от точки B и подключив точку A к земле.

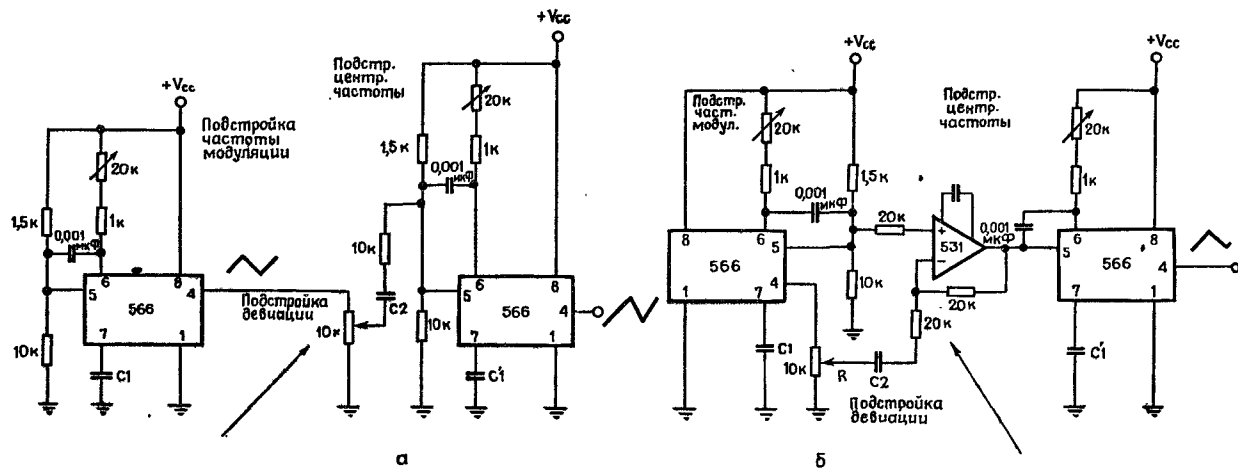
2. Для получения максимального выходного сигнала резистор R_x может быть отключен. При работе с внешней амплитудной модуляцией рекомендуется R_x = 68 кОм.

Типовая схема подключения функционального генератора XR-2206 фирмы EXAR.



Генератор однократных звуковых сигналов.

Можно использовать стабилитрон КС162А и тиристор КУ103.

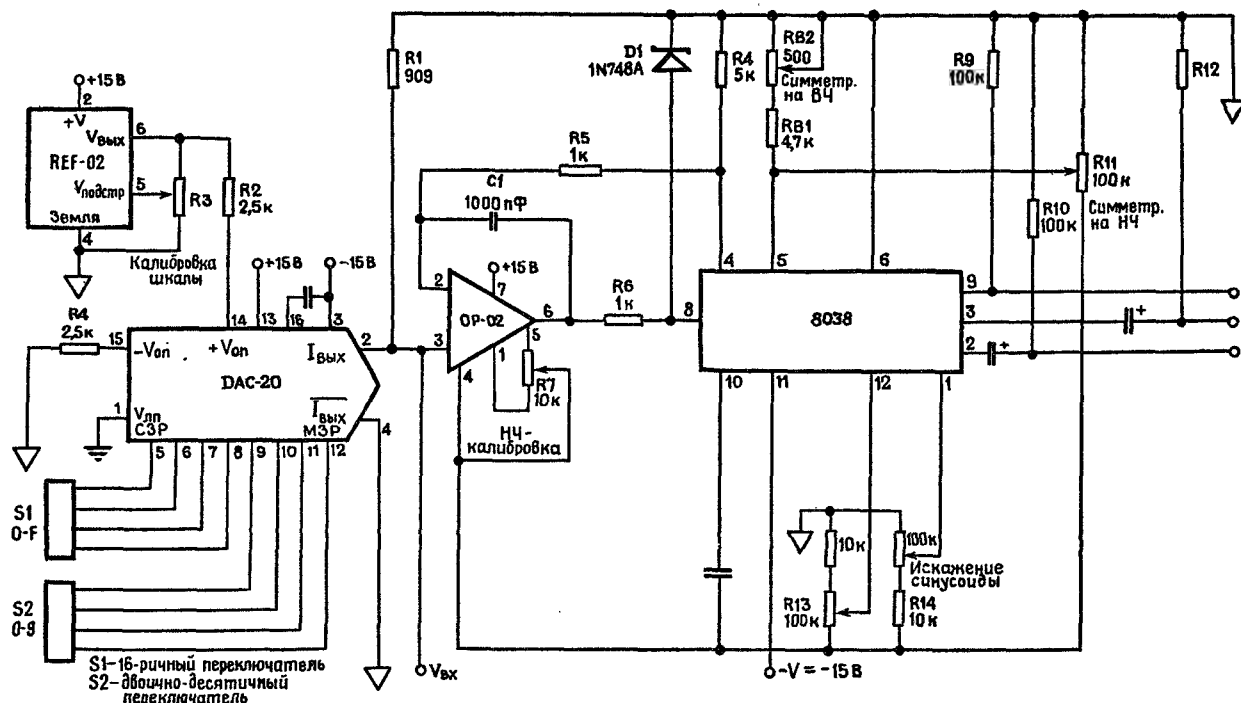


Частотно-модулируемый генератор.

Стрелкой указаны места в схеме, где при модуляции синусоидальным сигналом необходимо подключать ФНЧ или синусный преобразователь.

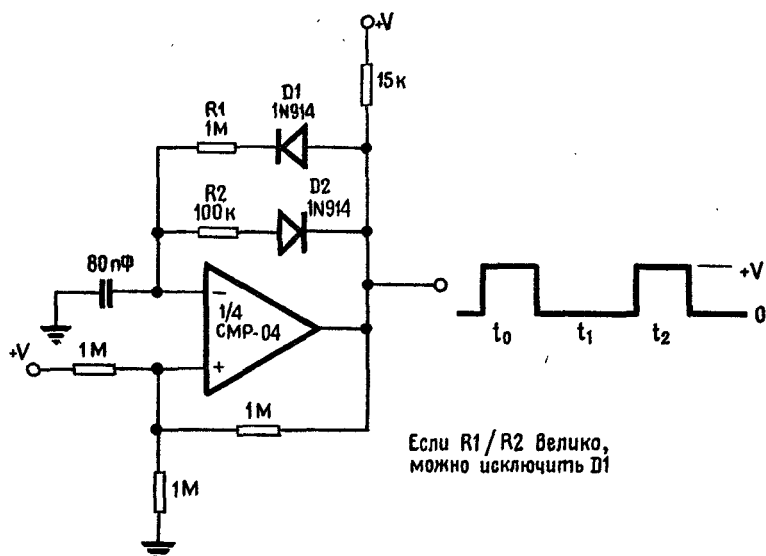
а — частота изменяется в пределах $\pm 20\%$; б — частота изменяется в пределах $\pm 100\%$.

Возможна замена: 531 → К140УД11.



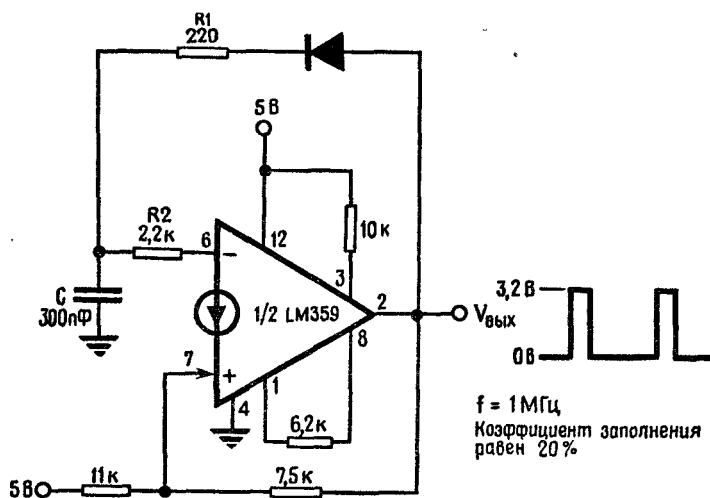
Полная принципиальная схема программируемого функционального генератора.

Возможны замены: REF-02 → настраиваемый источник опорного напряжения 5В; DAC-20 → К594ПА1 (в типовом включении); OP-02 → К140УД14; 1N748А → КС139А: Функциональный генератор 8038 можно заменить аналогичной схемой, выполненной на дискретных элементах и ОУ общего назначения.



Генератор импульсов.

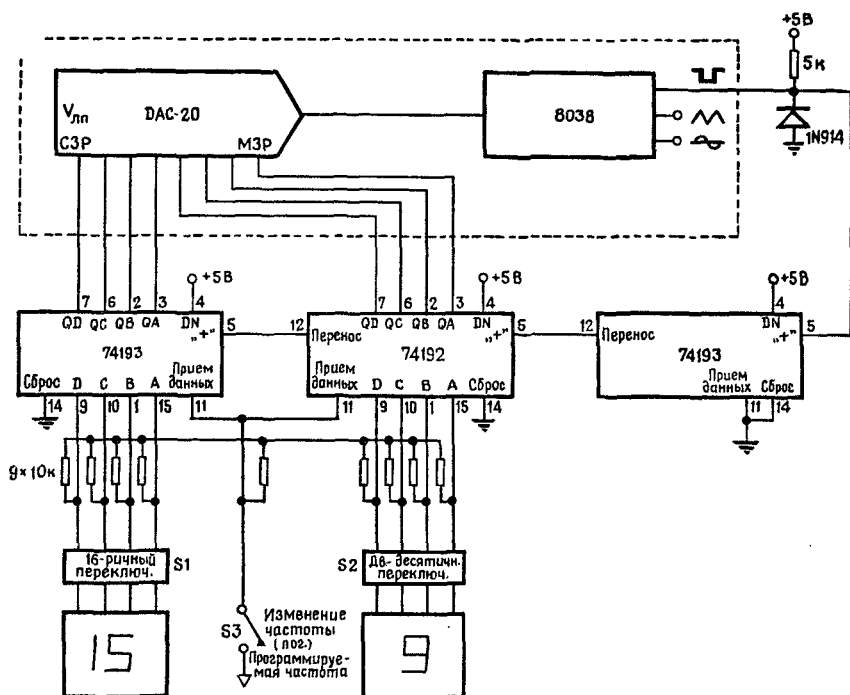
Возможны замены. CMP-04 → K554CA3; 1N 914 → КД521А.



Генератор импульсов.

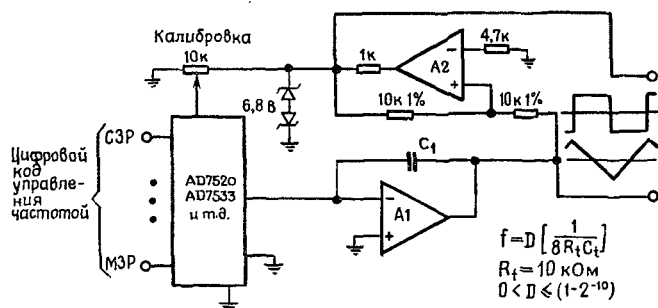
Можно использовать любые кремниевые диоды. LM359 — усилитель Нортон.

Выход совместим с ТТЛ-логикой. Коэффициент заполнения регулируется с помощью $R1$, частота — с помощью C .



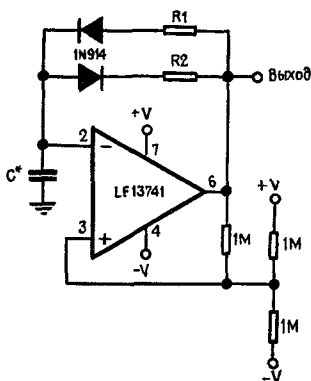
Модификация программируемого функционального генератора с логарифмическим изменением частоты.

Возможны замены: DAC-20 → К594ПА1; 74193 → К155ЕИ7; 74192 → К155ИЕ6; 1N914 → КД521А; 8038 — функциональный генератор.



Программируемый функциональный генератор. Размах амплитуды колебаний на обоих выходах составляет 15 В.

Возможна замена: AD7520 → К572ПА1А; А1 А2 → ОУ общего назначения; стабилитрон 6,8 В → КС168А.



Импульсный генератор с очень малым (или очень большим) коэффициентом заполнения.

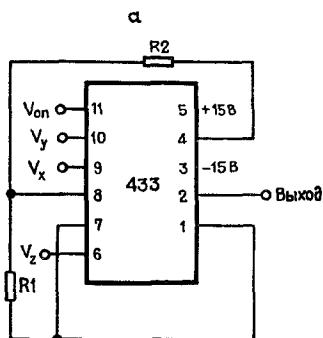
* Конденсатор с малой утечкой.

$$t_1 \approx R1 \cdot C \cdot \ln \frac{4,8 - 2 V_s}{4,8 - V_s},$$

$$t_2 \approx R2 \cdot C \cdot \ln \frac{2 V_s}{V_s - 7,8},$$

где $V_s = +V + |-V|$; t_1 — длительность импульса с большим коэффициентом заполнения; t_2 — длительность импульса с малым коэффициентом заполнения.

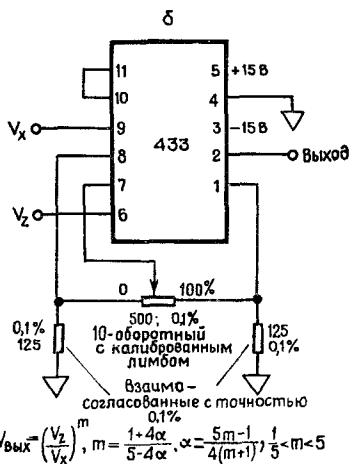
Возможны замены: 1N914 → КД521А; LF 13741 → К140УД18.



$$V_{\text{вых}} = \frac{10}{9} V_y \left(\frac{V_z}{V_x} \right)^m$$

$$m = \frac{R1 + R2}{R2}$$

$$R1 + R2 \leq 200 \text{ Ом}, m > 1$$



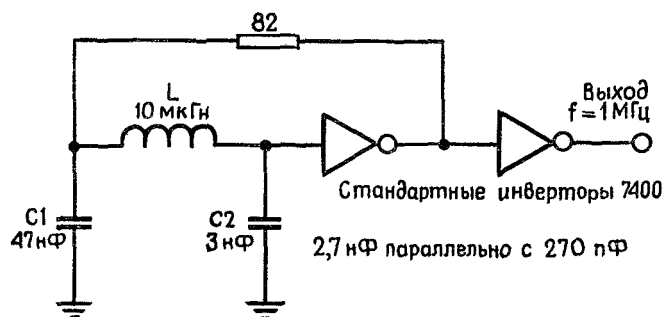
$$V_{\text{вых}} = \left(\frac{V_z}{V_x} \right)^m, m = \frac{1+4\alpha}{5-4\alpha}, \alpha = \frac{5m-1}{4(m+1)}, \frac{1}{5} < m < 5$$

Модуль 433 в качестве генератора произвольной степенной функции (а) и перестраиваемого генератора степени (корня) (б).

α — относительный угол поворота потенциометра. 433 — аналоговый функциональный модуль для вычисления степени, корня, а также выполняющий умножение и деление. Подобные схемы можно реализовать на ИМС перемножителей и ОУ общего назначения.

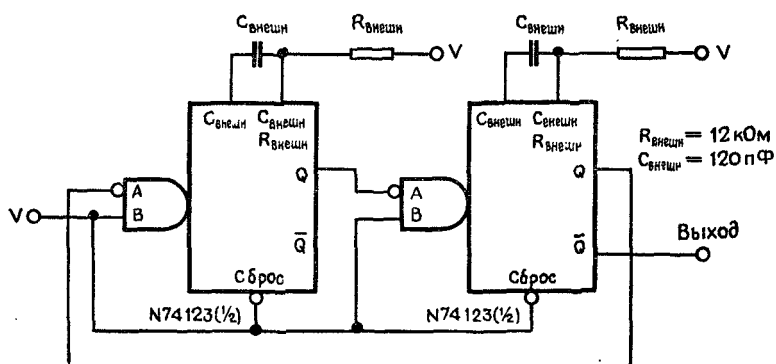
Глава 8

Схемы синхронизации



RC-синхрогенератор.

Можно использовать ИМС К155ЛН1.



RC-синхрогенератор на одновибраторе N74123.

Возможна замена: N74123 → К155АГ3.

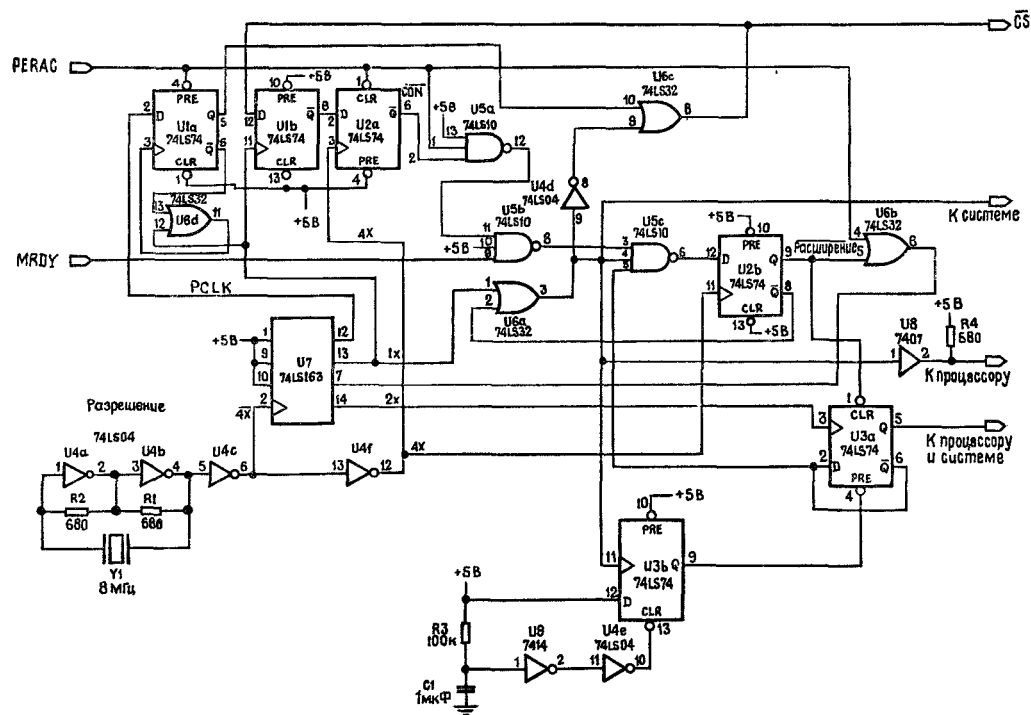
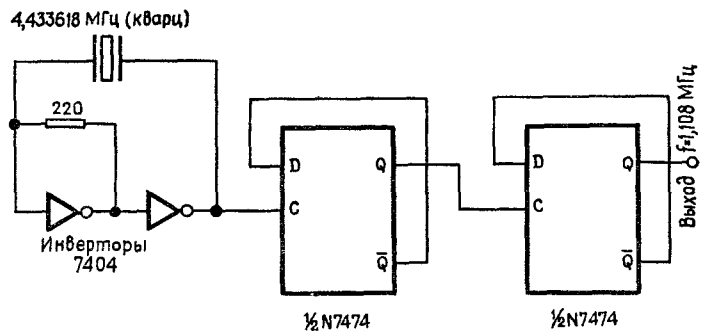


Схема синхрогенератора для МП типа MC6809E.

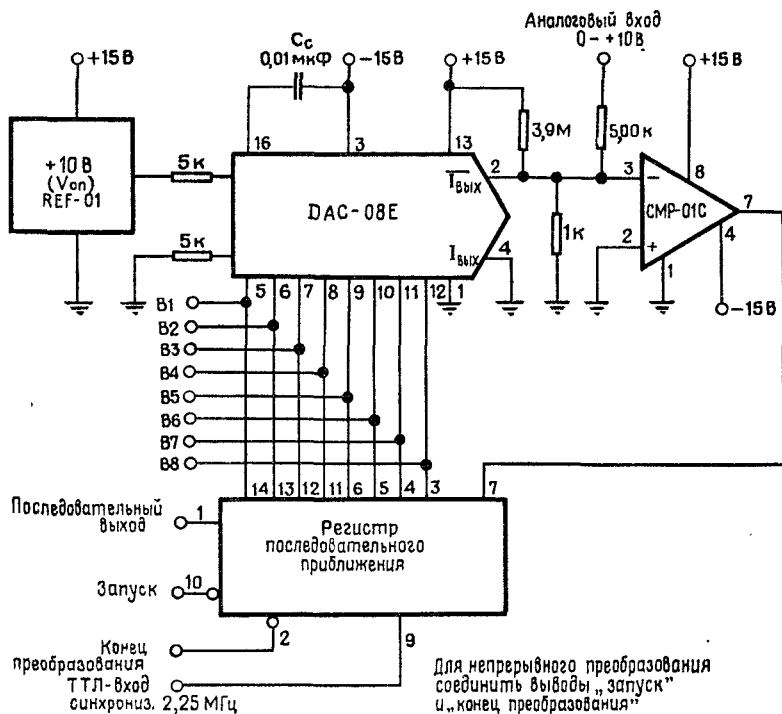
Возможны замены: 74LS74 → K555TM2; 74LS70 → K555ЛА4П, 74LS32 → K555ПЛ1; 74LS04 → K555ЛН1; 7404 → K155ЛН4; 7414 → K155ТЛ2.



Недорогой синхрогенератор на кварцевом резонаторе от цветного телевизора.
Возможны замены: 7404 → К155ЛН1; N7474 → К155ТМ2.

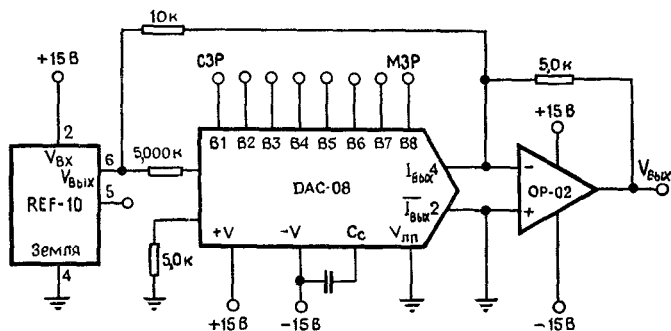
Глава 9

Преобразователи аналог-код и код-аналог



Недорогой АЦП на трех ИМС.

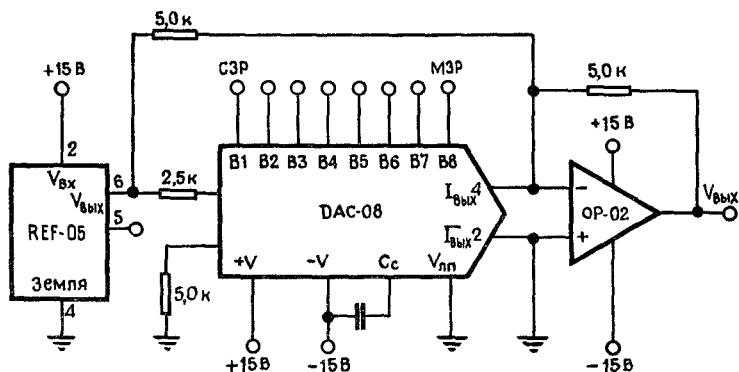
Возможны замены: DAC-08 → К572ПА1; СМР-01С → К554СА3А; REF-01 – источник опорного напряжения + 10 В (20 мА)



Типовая схема ЦАП.

Возможны замены: DAC-08 → K572ПА1; OP-02 → K140УД14; REF 10 — источник опорного напряжения 10 В.

Шкала	$V_{\text{вых}}$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Полная положительная шкала -1 ЕМР	+4,960	1	1	1	1	1	1	1	1
Нуль шкалы	0,0000	1	0	0	0	0	0	0	0
Полная отрицательная шкала +1 ЕМР	-4,960	0	0	0	0	0	0	0	1
Полная отрицательная шкала	-5,000	0	0	0	0	0	0	0	0



Стандартная схема ЦАП.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$V_{\text{вых}}, В$
Полная положительная шкала -1 ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	1	+4,960
Нуль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	0,000
Полная отрицательная шкала +1 ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	1	4,960
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	0	-5,000

Возможны замены: DAC-08 → K572ПА1; OP-02 → K140УД14; REF-05 — источник опорного напряжения 5 В.

A, B, C, D → LM324A

(om-10 мВ до-10 В)

-V_{bx}

10к

1/2 LM394

100

V_{bx} (+)

АЦП

V_{bx} (-)

V_{on} /2

LM336

1М

Подстр. нуля

2М

1/2 LM394

10к

10к

10к

5к

10к

5к

30

1мкФ

0,1мкФ

24к

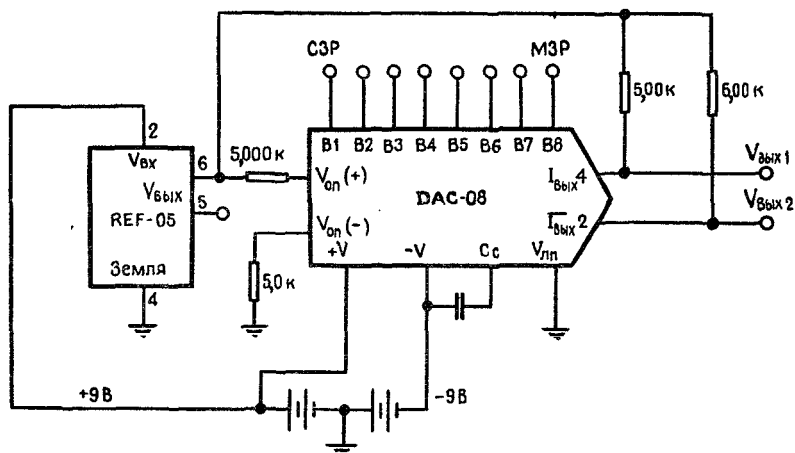
43к

-5В

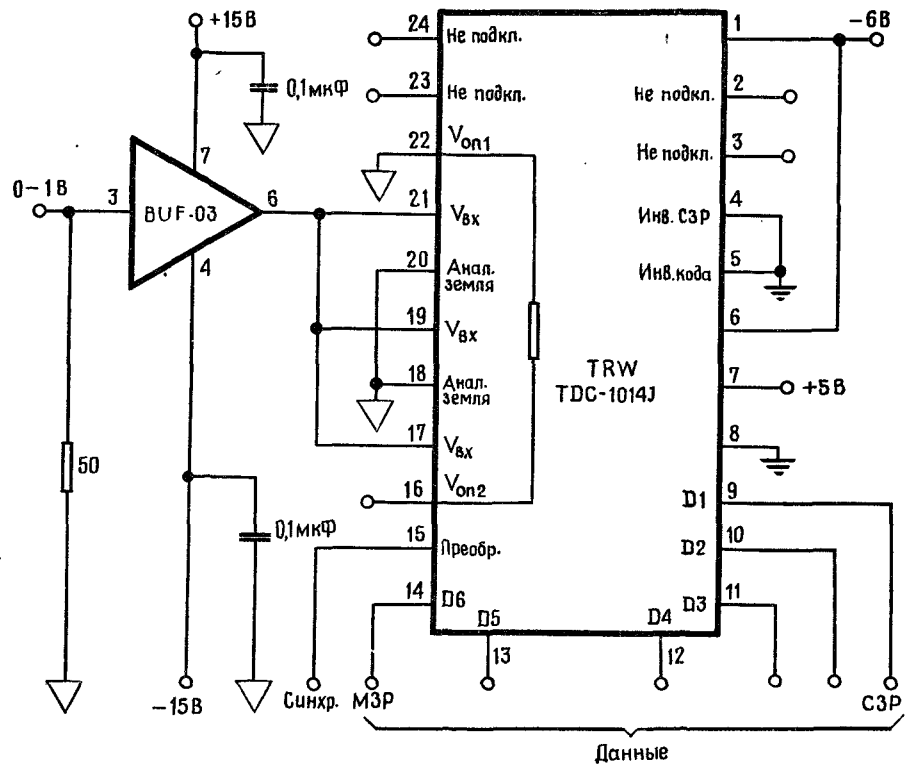
1к

Подстр. шкалы

Возможны замены: LM324A → K1401УД2; LM394 → K516УП1 или 1НТ591В; LM336 – источник опорного напряжения 2,5 В.

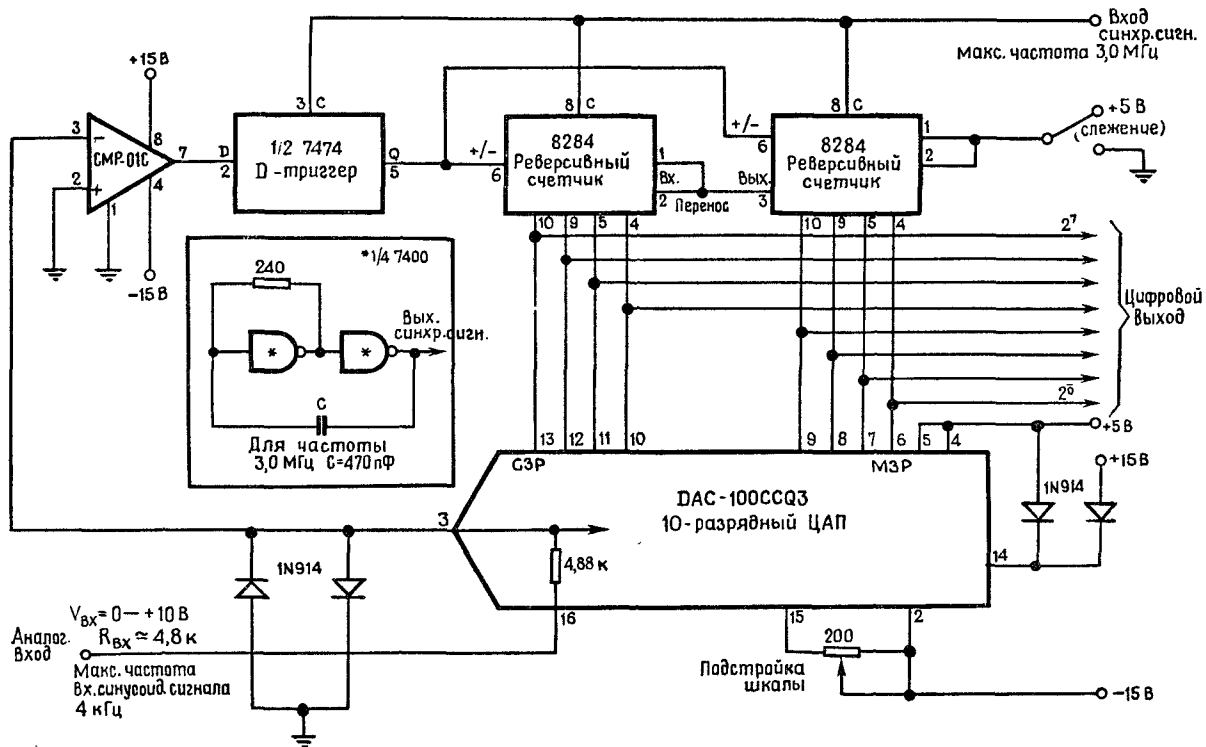


Можно использовать ЦАП типа K572ПА1



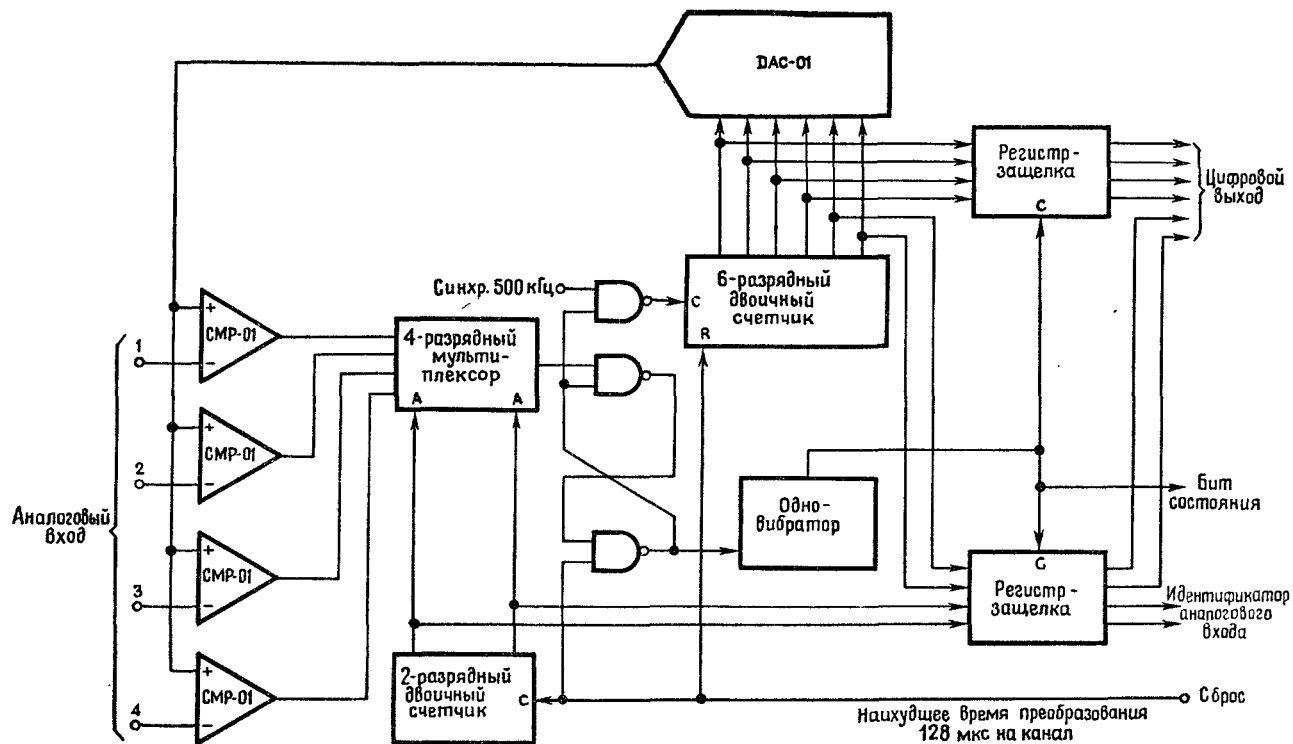
Быстродействующий 6-разрядный АЦП с буфером.

Возможны замены: BUF-03 → быстродействующий буферный усилитель с $K_V = 1$ TDC-1014 → К1107ПВ1



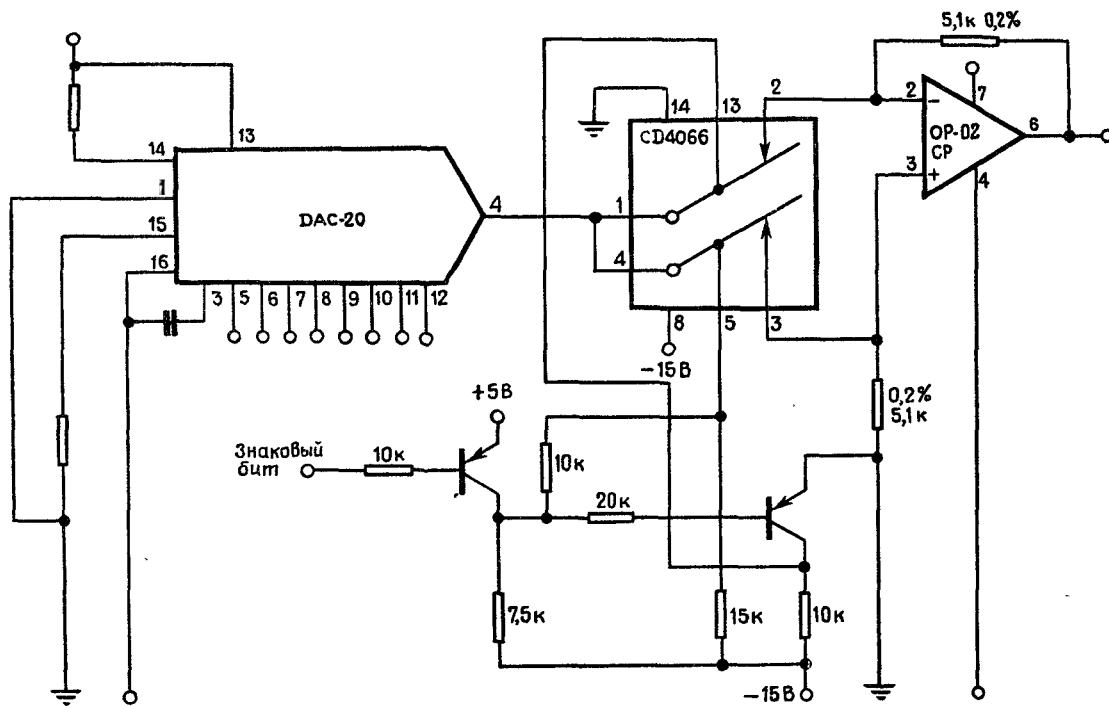
8-разрядный следящий ЦАП.

Возможны замены 7400 → К155ЛА3; СМР-01С → К554СА3; 1N914 → КД521А; DAC-100CCQ3 → К594ЛА1 (в типовом включении); 8284 → К531ИЕ17; 7474 → К155ТМ2



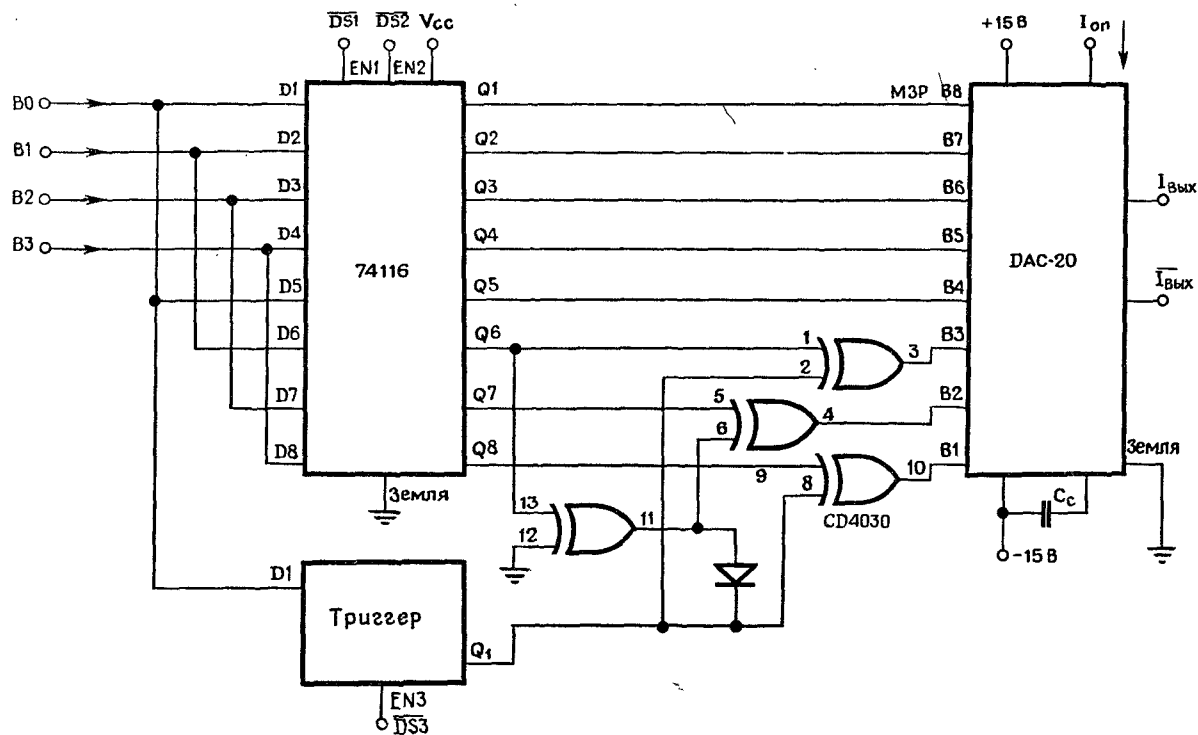
4-канальный АЦП с последовательным опросом.

Можно использовать компараторы К554СА3 и ЦАП типа К594ПА1



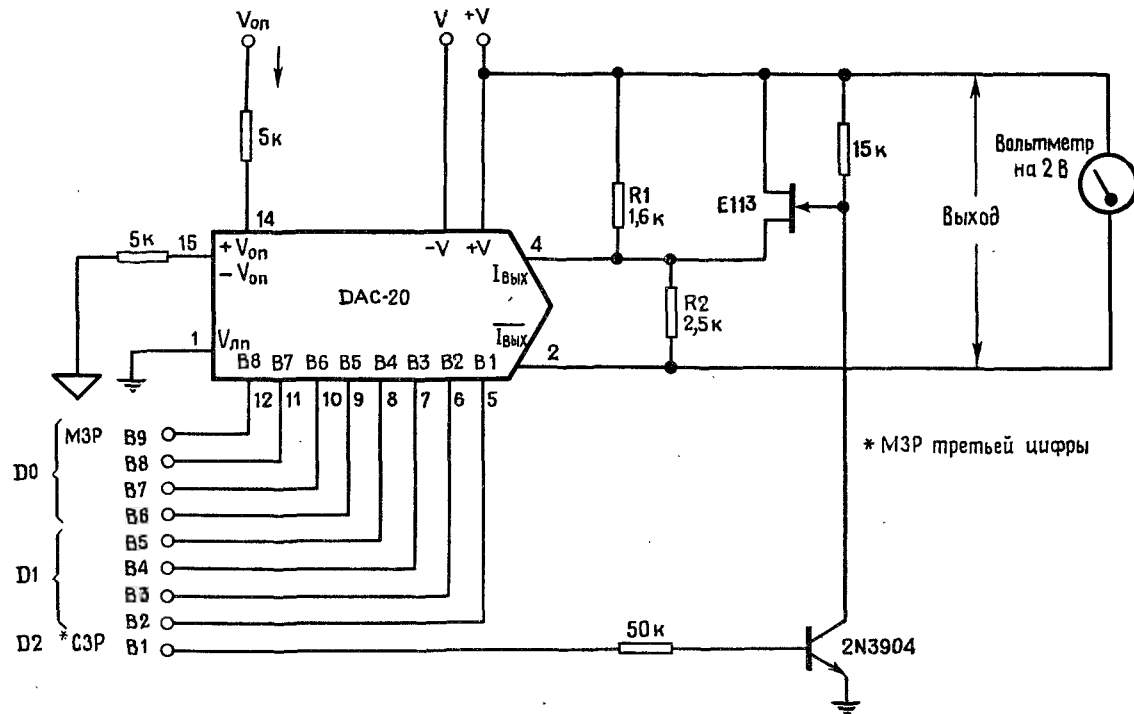
Двоично-десятичный ЦАП "знак -- величина".

Возможны замены. *p-n-p*-транзисторы → КТ361Б; OP-02 → К140УД14; CD4066 - К561КТ1



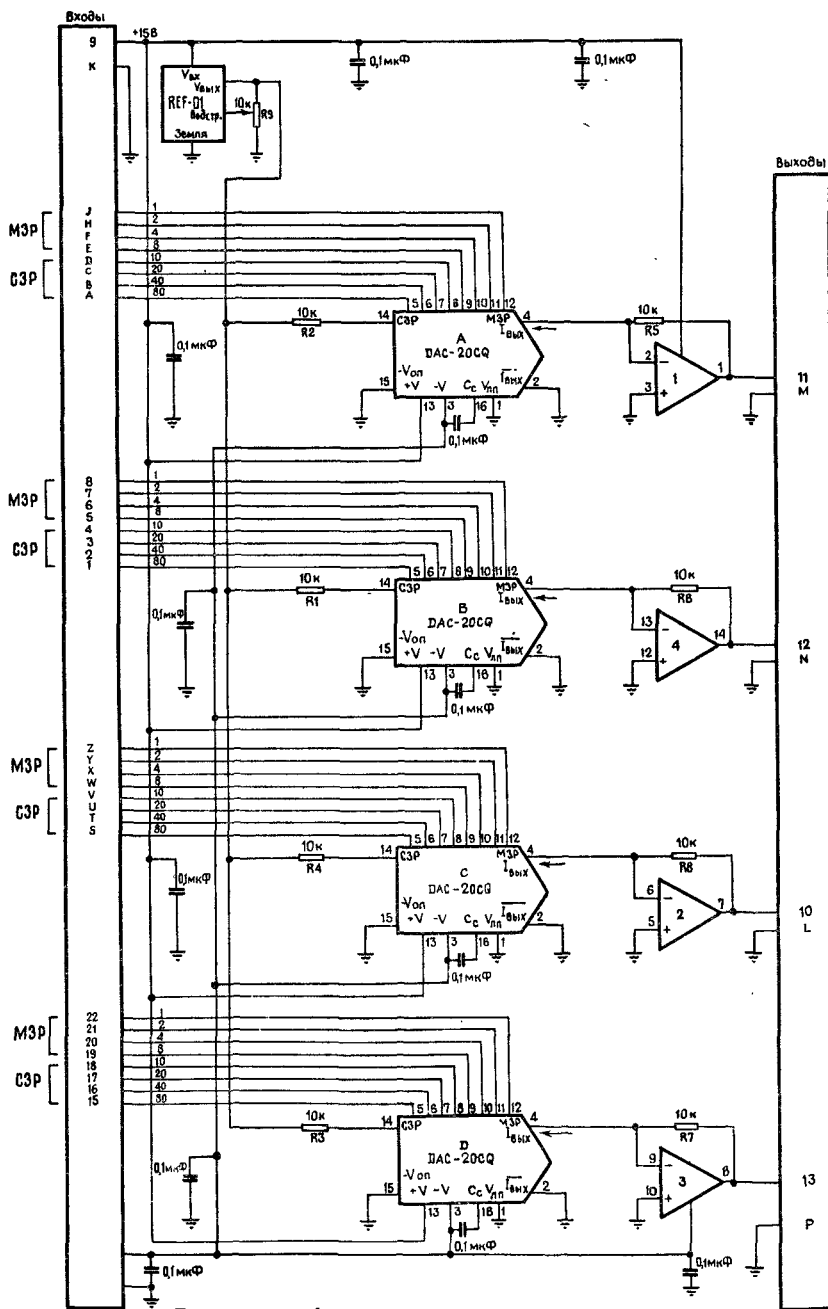
2 1/2-разрядное устройство (159 чисел)

Возможны замены. 74116 → К561ИР6 (в режиме параллельного ввода данных); DAC-20 → К594ПА1 (в типовом включении); 4030 → К561ЛП2.



2 1/2-разрядное устройство (199 чисел).

Возможны замены: DAC-20 → К572ПА1 (в типовом включении), E113 → КП302Б; 2N3904 → КТ3102Б.



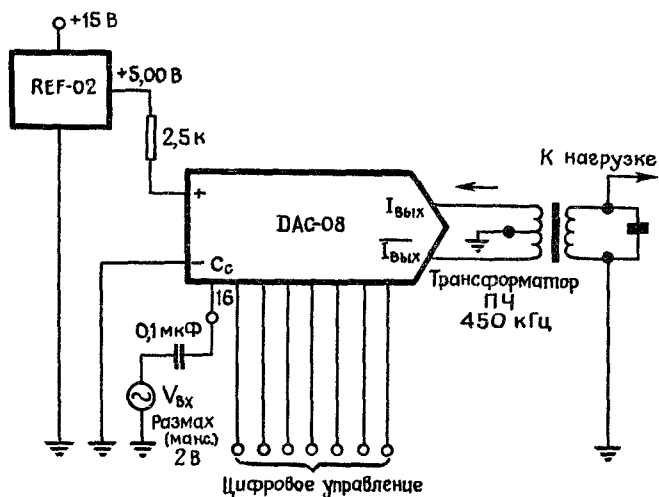


Схема перемножения со связью по переменному току с высоким входным сопротивлением (УПЧ/цифровой аттенюатор).

Можно использовать ЦАП типа К1108ПА1.

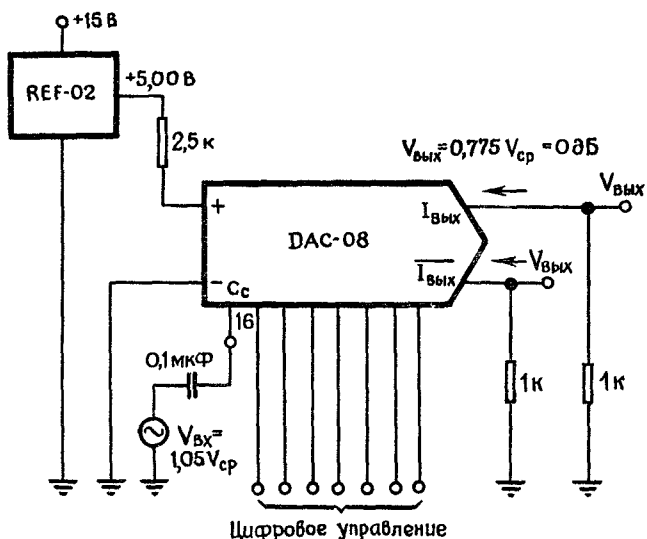
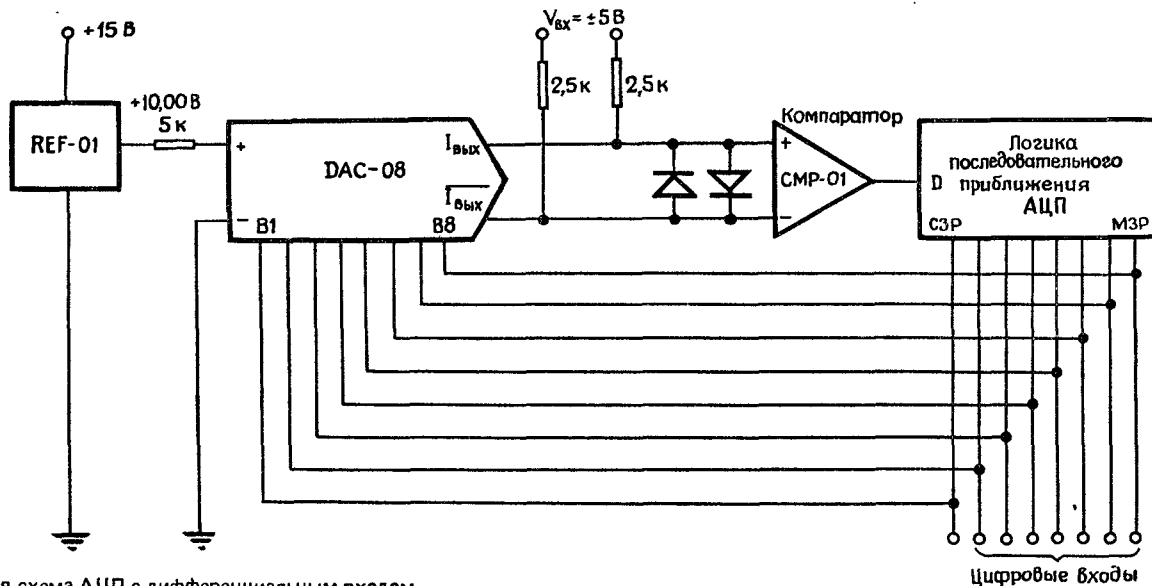


Схема перемножения со связью по переменному току (цифровой аттенюатор звуковых частот)

Можно применить ЦАП типа К572ПА1.

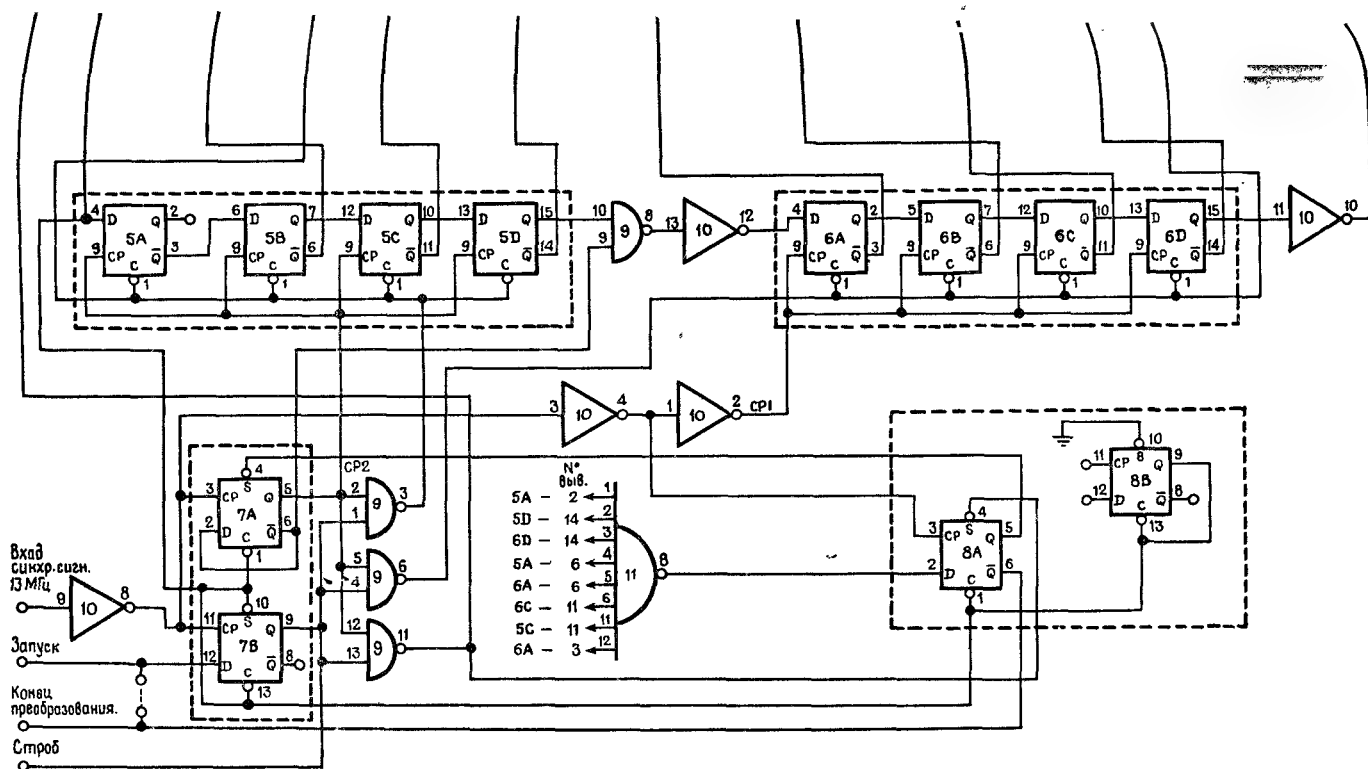
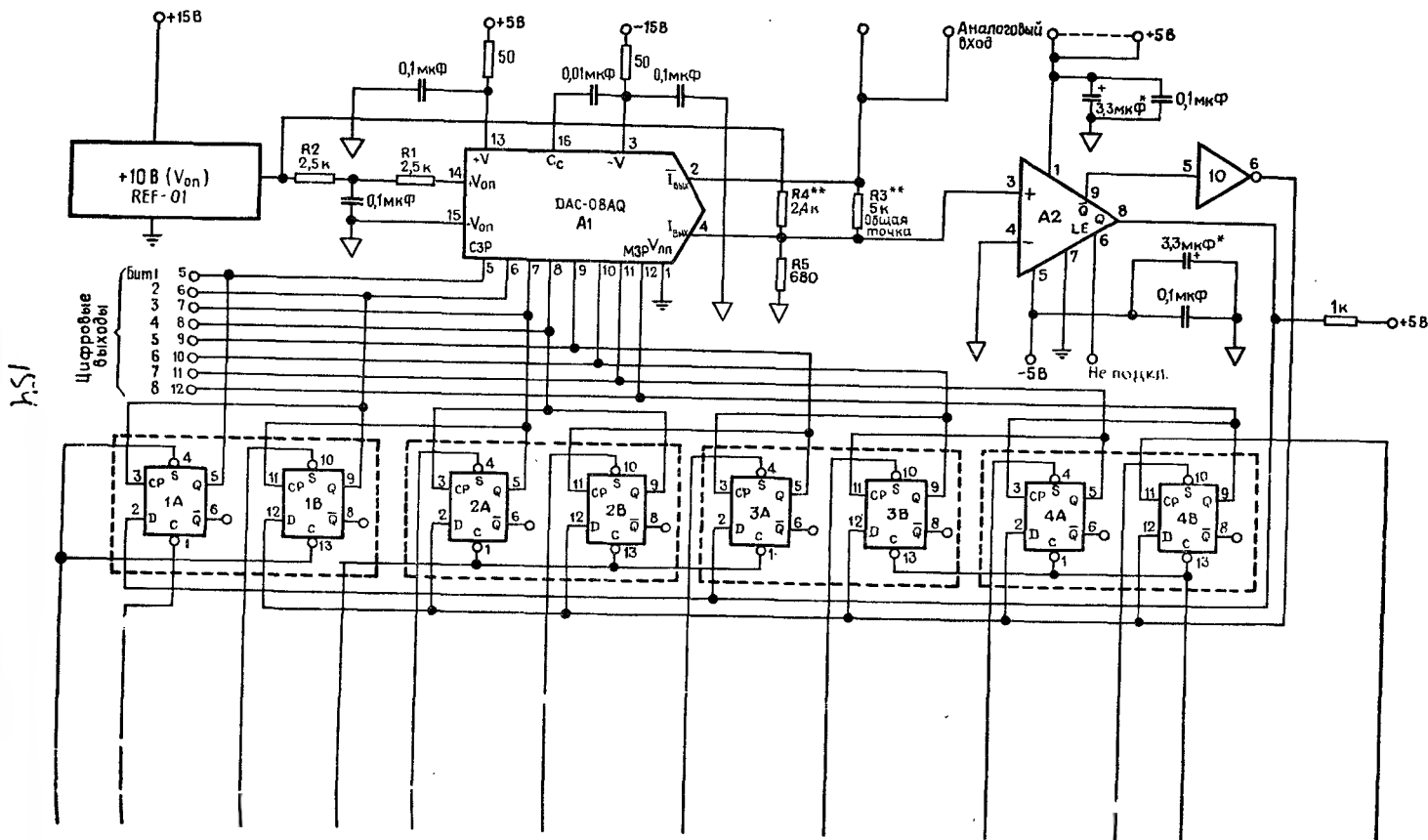


Типичная схема АЦП с дифференциальным входом.

Пояснения

1. Диапазон входного сигнала составляет ± 5 В с синфазной составляющей ± 5 В. При использовании входных резисторов 5 кОм диапазон входного сигнала размещается до ± 10 В.
2. При использовании двояных ОУ типа ОР-04 или ОР-14 для получения высокого входного сопротивления необходимо включать их по схеме повторителей напряжения.
3. Диоды типа 1N4148.

Возможны замены: REF-01 – источник опорного напряжения 10 В; DAC-08 → К572ПА1 (в типовом включении); 1N4148 → КД521; CMP-01 → К554СА3.



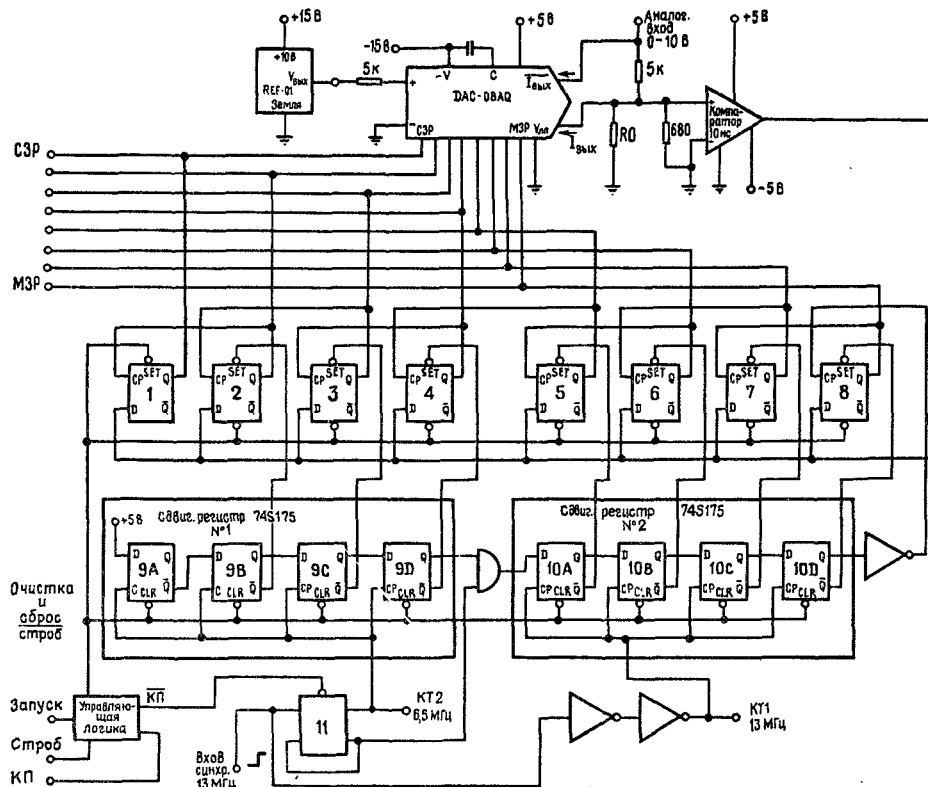
Полная схема 8-разрядного АЦП с быстродействием 1 мкс.

* Конденсаторы развязки (их использование необязательно).

Обозначения: 1, 2, 3, 4, 7, 8 - SN74S74; 5, 6 - SN74S175; 9 - SN74S00; 10 - SN74S04; 11 - SN74S30; A1 - DAC-08A; A2 - AM686HC.

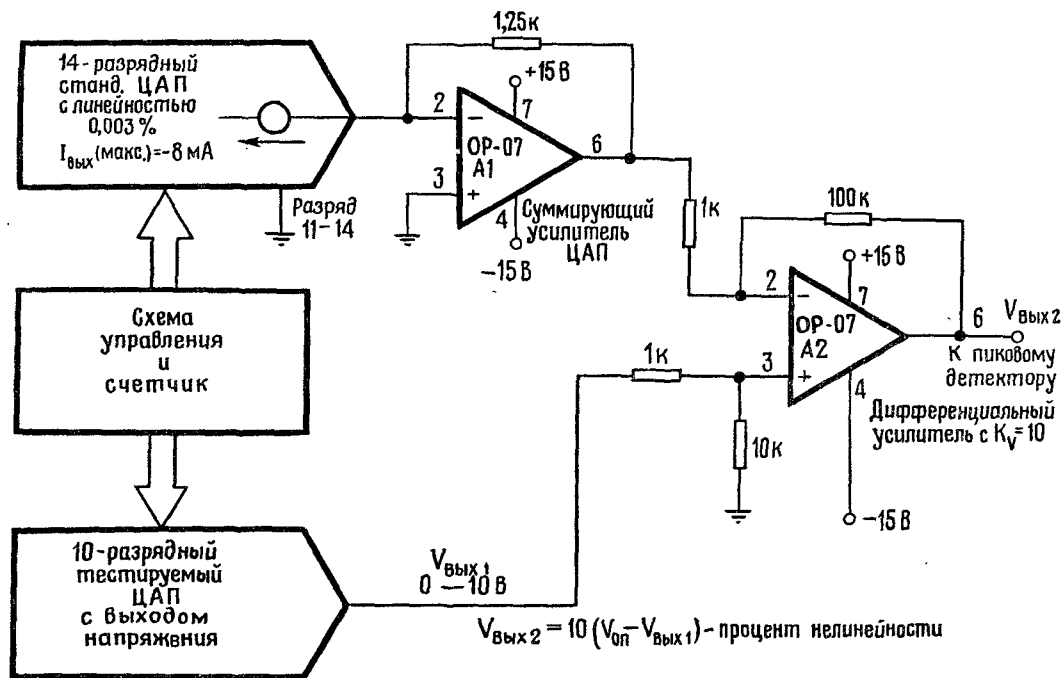
** Резисторы в общей точке (их использование необязательно) обеспечивают смещение 1/2 EMP (4 мкА)

Возможны замены: REF-01 → источник опорного напряжения 10 В; SN74S74 → K531TM2; SN74S175 → K531TM8; SN74S00 → K531ЛА3; SN74S04 → K531ЛН1; SN74S30 → K531ЛА2; DAC-08 → K1108ПА1 (в типовом включении); AM686HC → K597CA2.



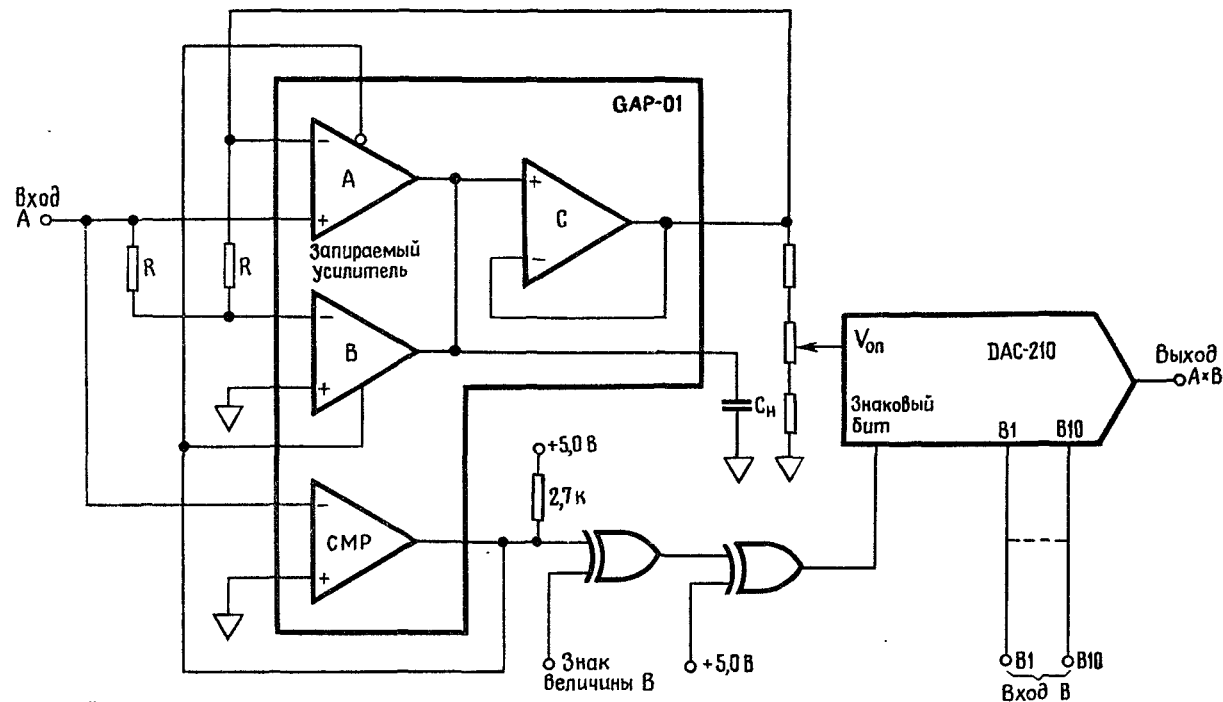
Упрощенная схема микросекундного АЦП.

Возможны замены: REF01 → источник опорного напряжения 10 В; DAC-08A → К1108ПА1 (в типовом включении), 74S175 → К531ТМ8; компаратор → К597СА2.



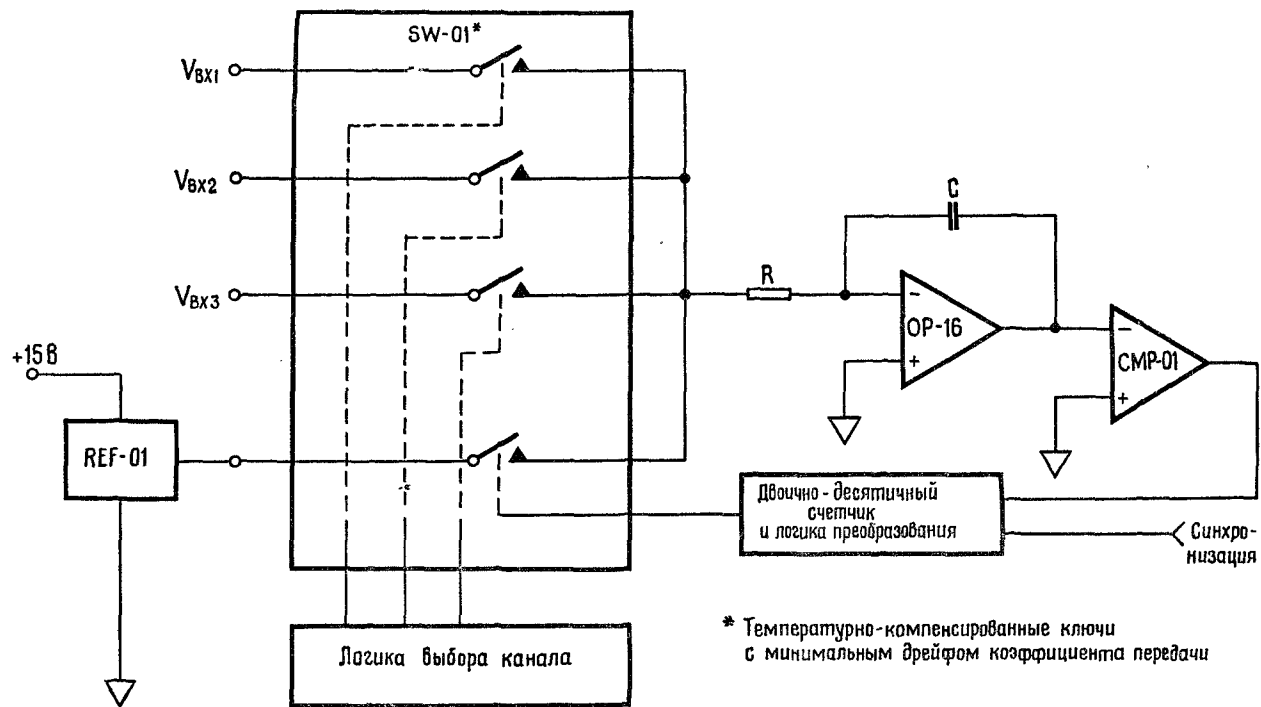
Система для проверки ЦАП.

Возможна замена: ОР-07 → К140УД17



4-квadrантный множительный ЦАП.

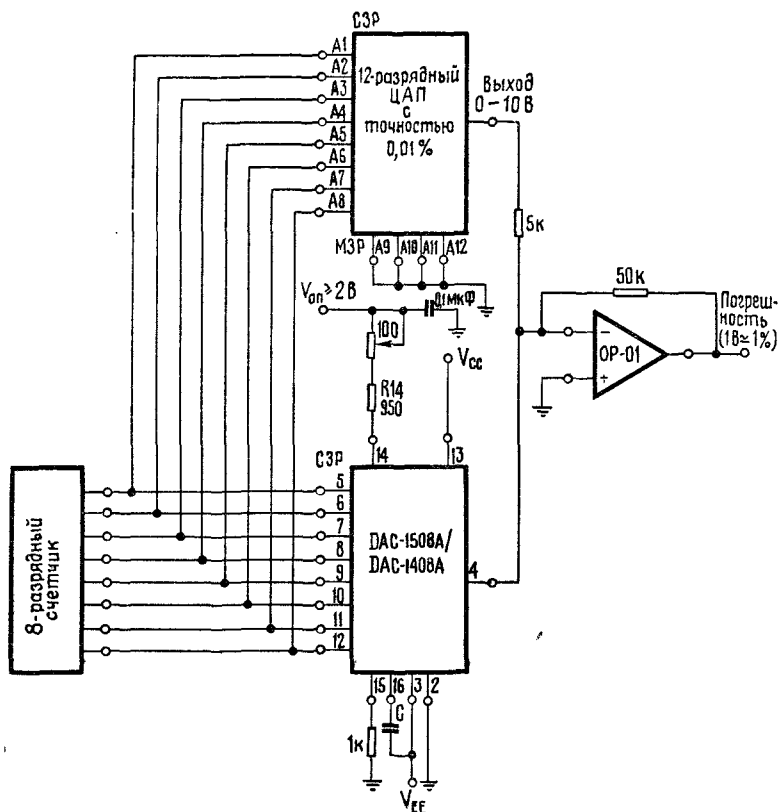
Возможны замены: ГАП-01 → УВХ КР1100СК2, компаратор К554СА3 и ОУ типа К140УД7; вентили "Исключающее ИЛИ" → К155ЛП5; ЦАП DAC-210 → К594ПА1 (в типовом включении)



* Температурно-компенсированные ключи с минимальным дрейфом коэффициента передачи

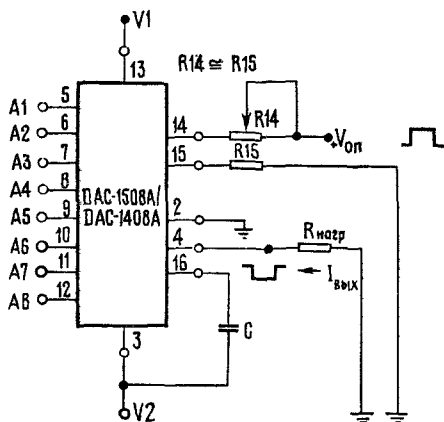
Преобразователь "аналог — код" с двойным интегрированием.

Возможны замены. REF-01 → источник опорного напряжения 10 В; SW-01 → К590КН4; OP-16 → К1409УД1

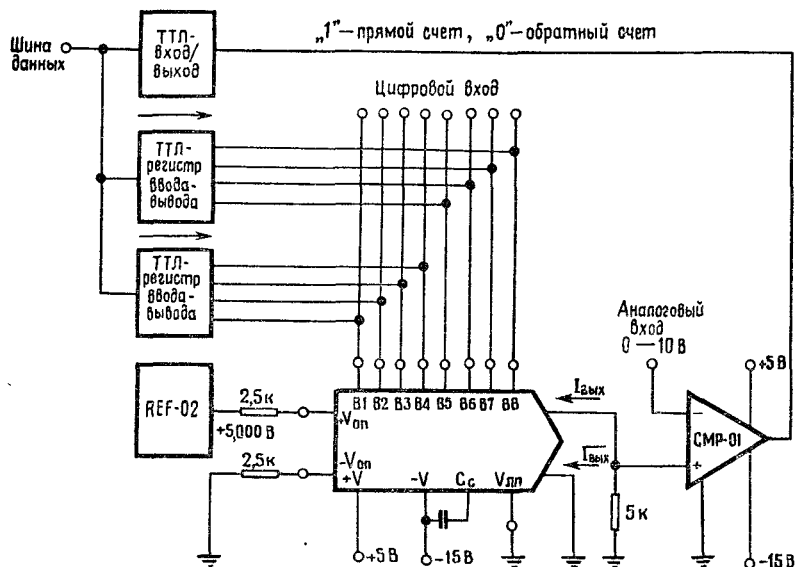


Достаточно точная испытательная схема.

Можно использовать ЦАП типа К572ПА1А и ОУ типа К140УД11



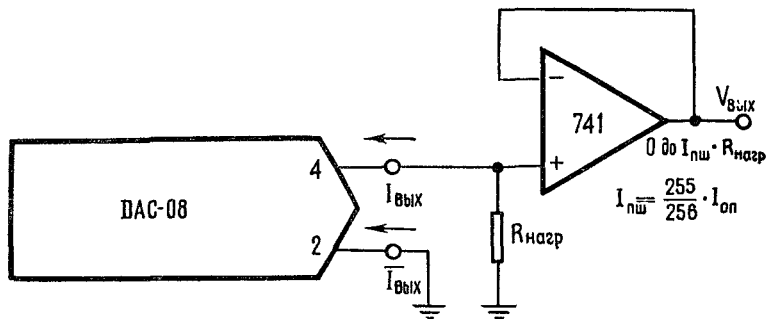
Использование положительного $V_{оп}$ в схеме ЦАП.



Следящий АЦП, управляемый микропроцессором.

Достоинства: полезен при кодировании сигналов постоянного тока; исключаются реверсивные счетчики; пригоден для непрерывной работы; малая потребляемая мощность; высокоимпедансный вход; вместо регистра ввода-вывода можно использовать ОЗУ

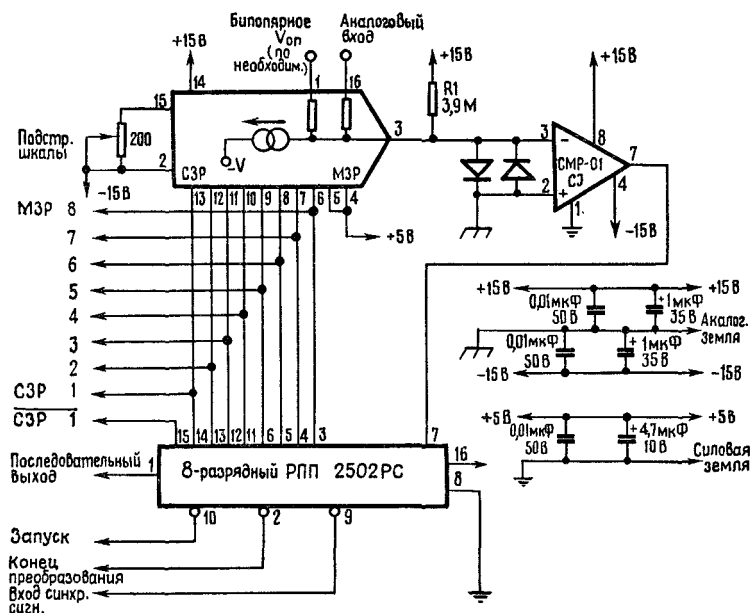
Можно использовать любые подходящие цифро-аналоговые преобразователи и компараторы.



Реализация положительного выходного сигнала с низким сопротивлением в схеме ЦАП.

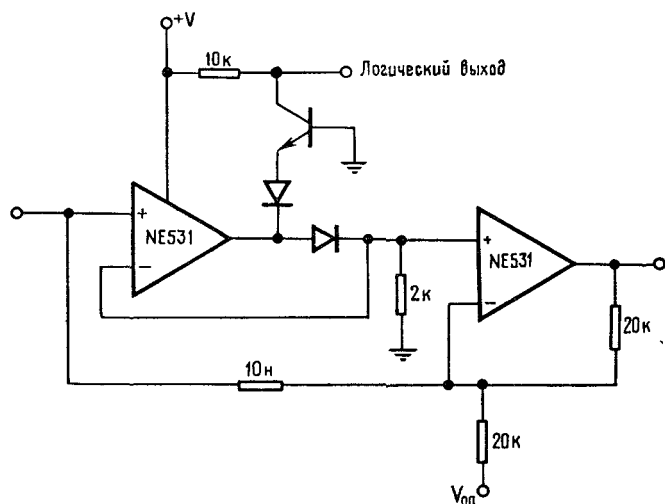
Для получения дополнительного выходного сигнала (функционирование с отрицательной логикой) соединить неинвертирующий вход ОУ с $I_{\text{вых}}$ (вывод 2) и $I_{\text{вых}}$ (вывод 4) заземлить.

Возможны замены DAC-08 → K572ПА1 741 → K140УД7



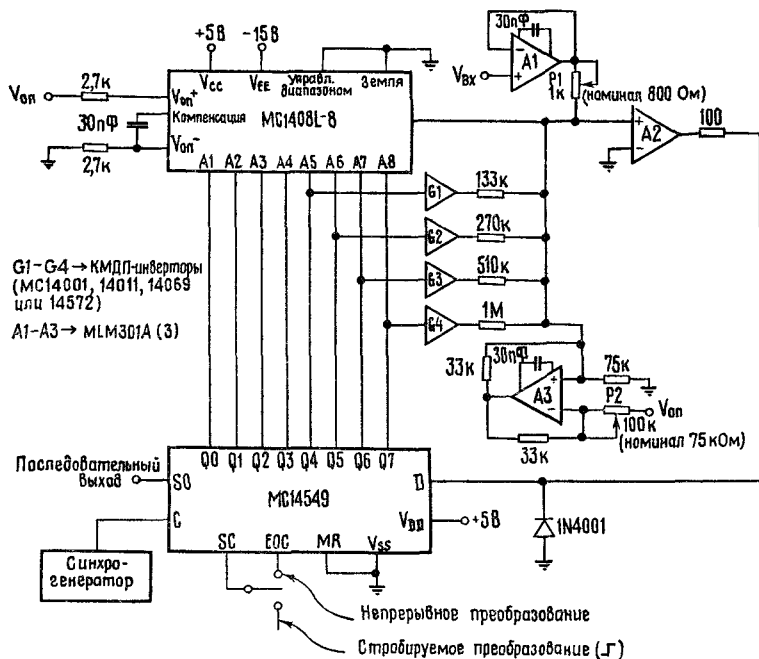
АЦП последовательного приближения.

Возможны замены: 2502 → К155ИР17; СМР-10С1 → К554СА3А; ЦАП → К594ПА1А.



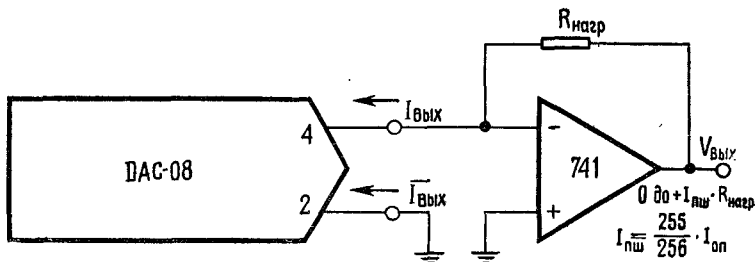
Циклический АЦП.

Возможны замены: NE531 → К140УД11; диоды → любые кремниевые маломощные; транзистор → КТ315Г



Двоично-десятичный АЦП последовательного приближения.

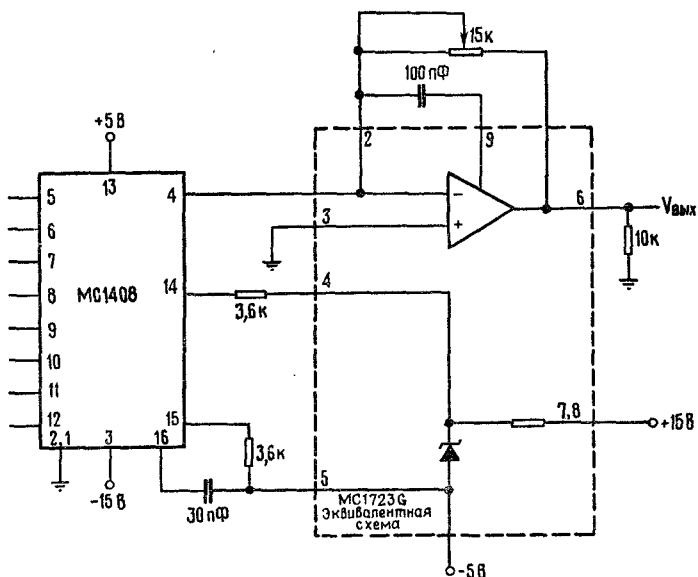
Возможны замены: MLM301A $\rightarrow$ K153УД6; MC1408L-8 $\rightarrow$ К572ПА1 MC14001 $\rightarrow$ К561ЛН2; MC14549 $\rightarrow$ К564ИР13; 1N4001 $\rightarrow$ КД208.



Реализация отрицательного выходного сигнала с низким сопротивлением в схеме ЦАП.

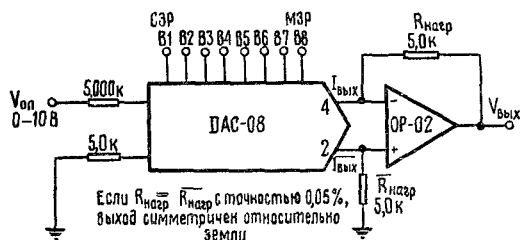
Для получения дополняющего выходного сигнала (функционирование ЦАП с отрицательной логикой) соединить инвертирующий вход ОУ с $I_{вых}$ (вывод 2) и $I_{вых}$ (вывод 4) заземлить.

Возможны замены: DAC-08 $\rightarrow$ К572ПА1; 741 $\rightarrow$ К140УД7



8-разрядный ЦАП в стабилизаторе напряжения.

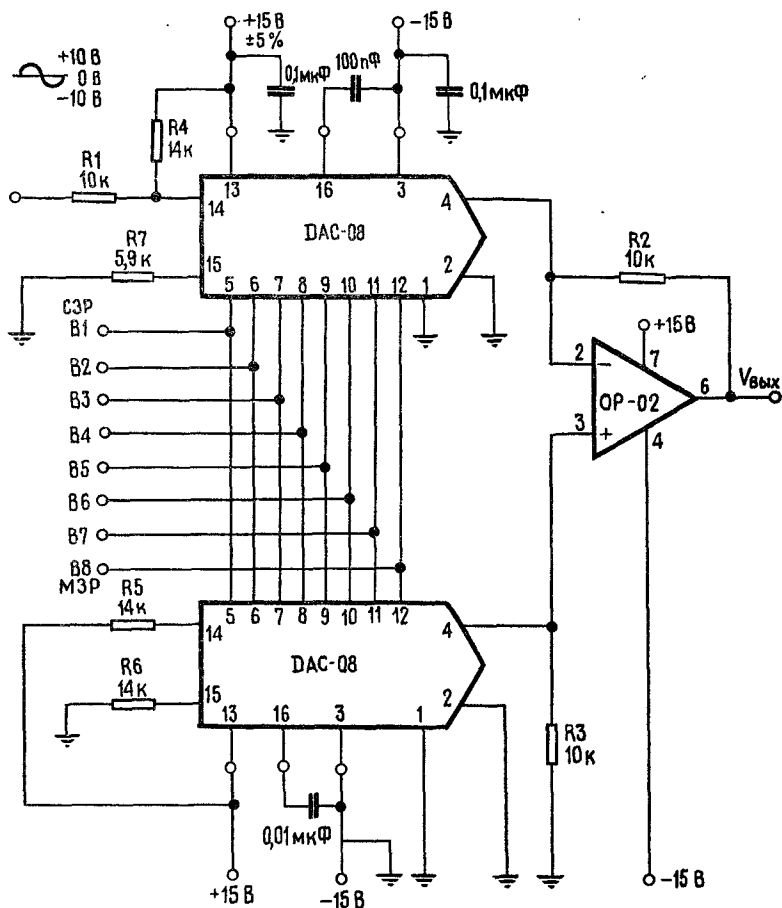
Возможны замены: MC1408 → К572ПА1 (используются старшие 8 разрядов); MC1723 → К1009ЕН1



Биполярный цифровой 2-квадрантный умножитель (симметричное двоичное смещение).

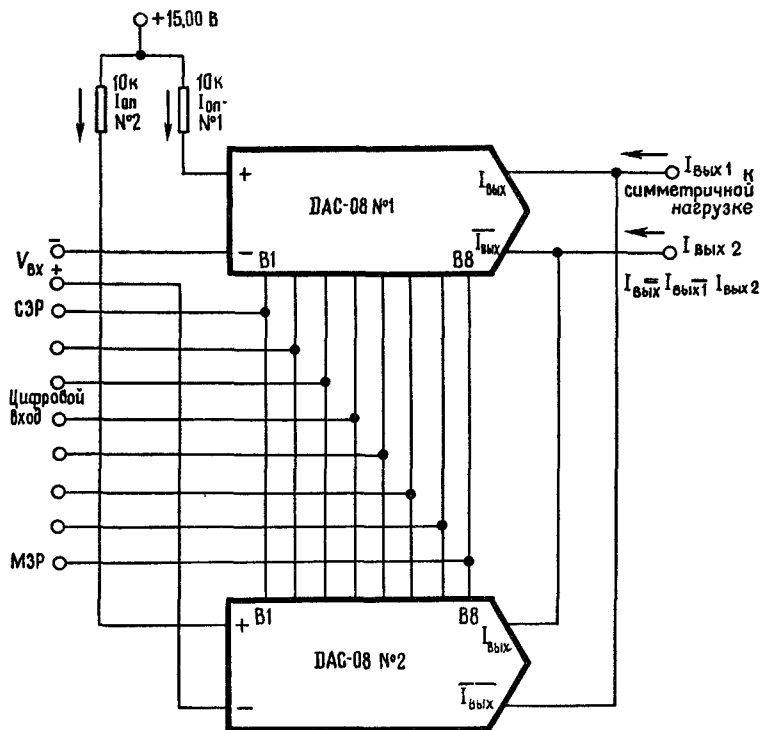
Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$I_{\text{вых}}, \text{мА}$	$I_{\text{вых}}, \text{мА}$	$V_{\text{вых}}, \text{В}$
Полная положительная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1,992	0,000	+ 9,96
Положительная шкала - 1ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	0	1,984	0,008	+ 9,88
+ Нуль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0,992	+ 0,040
- Нуль шкалы	0	1	1	1	1	1	1	1	0,992	1,000	-0,040
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	1	0,008	1,984	-9,88
+ 1ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	1,992	-9,96

Возможны замены: DAC-08 → К572ПА1, OP-02 → К140УД14.



Биполярный аналоговый 2-квадрантный перемножитель (цифровой аттенюатор со связью по постоянному току).

Возможны замены: DAC-08 $\rightarrow$ К572ПА1; OP-02 $\rightarrow$ К140УД14.

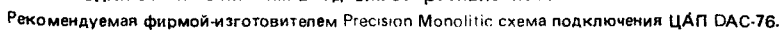
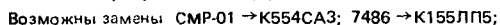


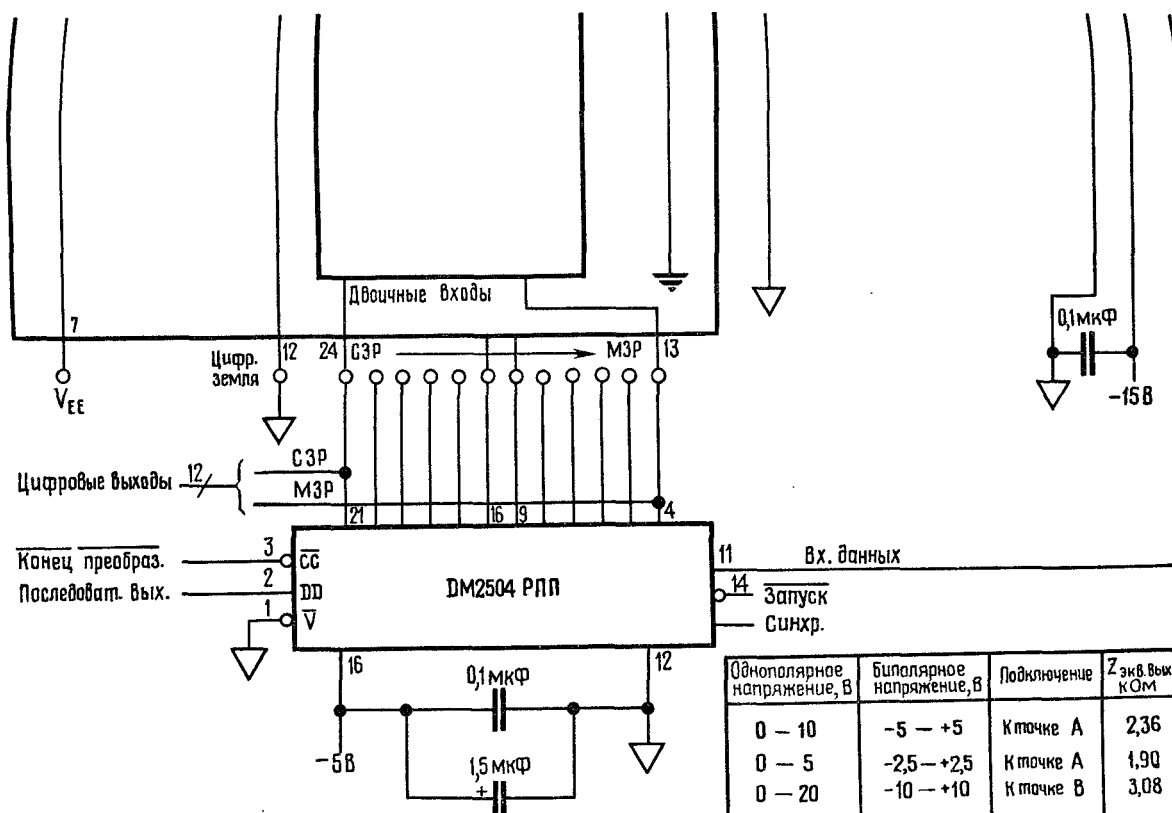
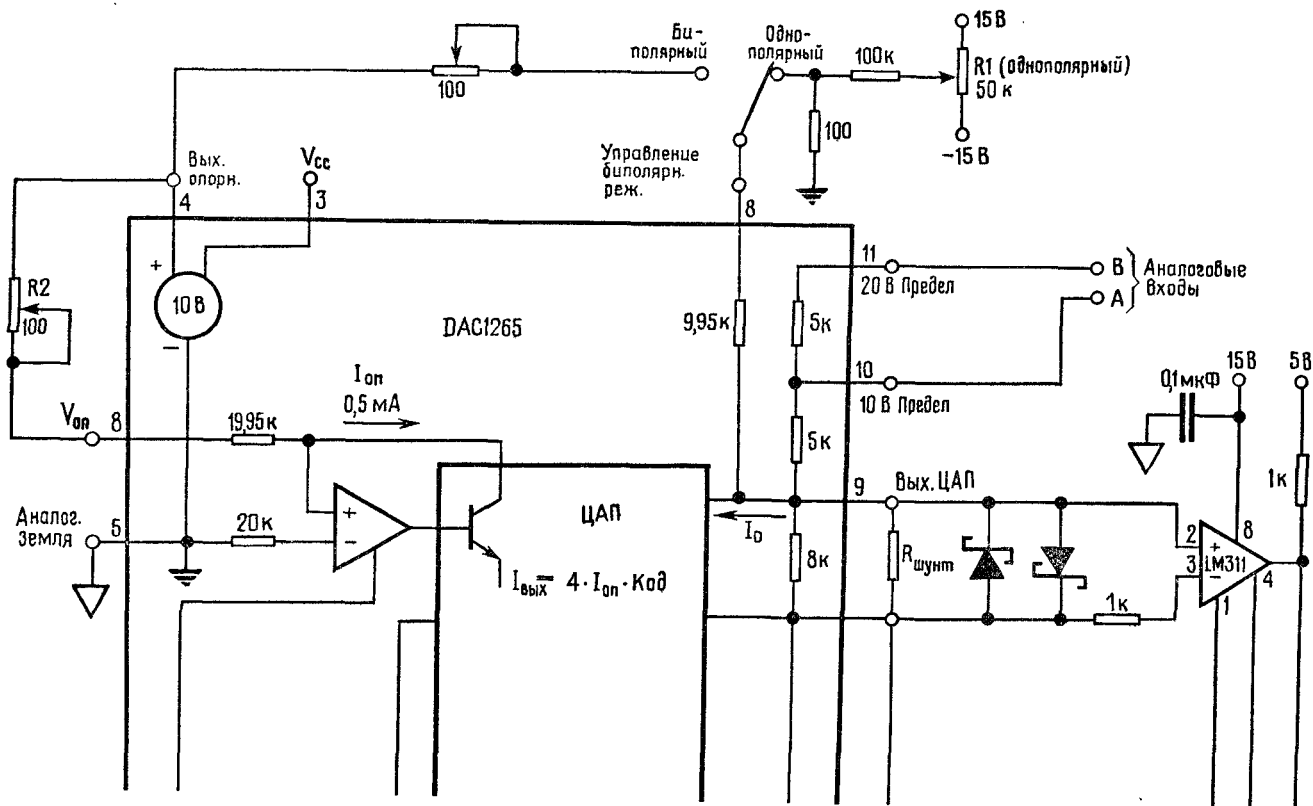
4-квадрантный множительный ЦАП с высокоомным входом.

Пояснения

1. Высокое быстродействие во всем диапазоне входных амплитуд.
2. Дифференциальные входы в высоком сопротивлении.
3. Диапазон дифференциального входного сигнала равен ± 10 В.
4. 2 ИМС вместо трех для ЦАП, управляемых напряжением.
5. Токовый выход обеспечивает хорошее согласование.
6. Подстраиваемый логический порог
7. Широкий диапазон источников питания.

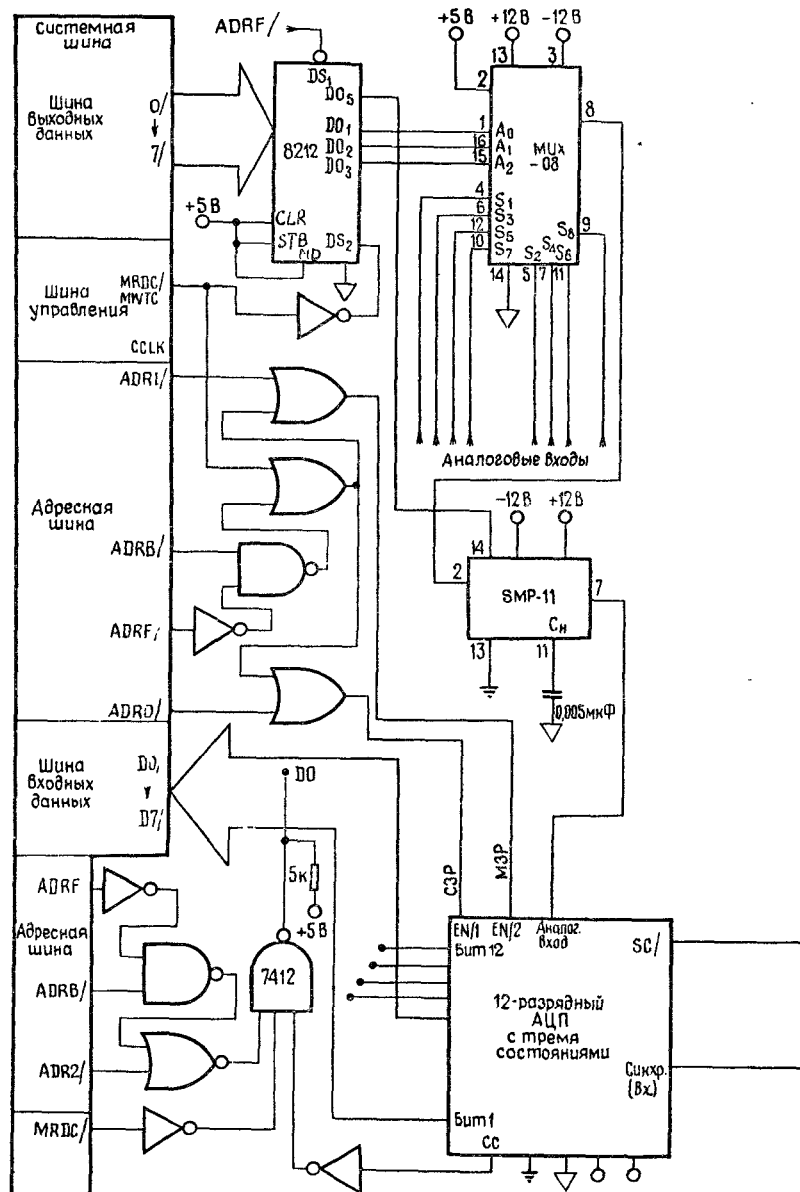
Можно использовать ЦАП типа К572ПА1



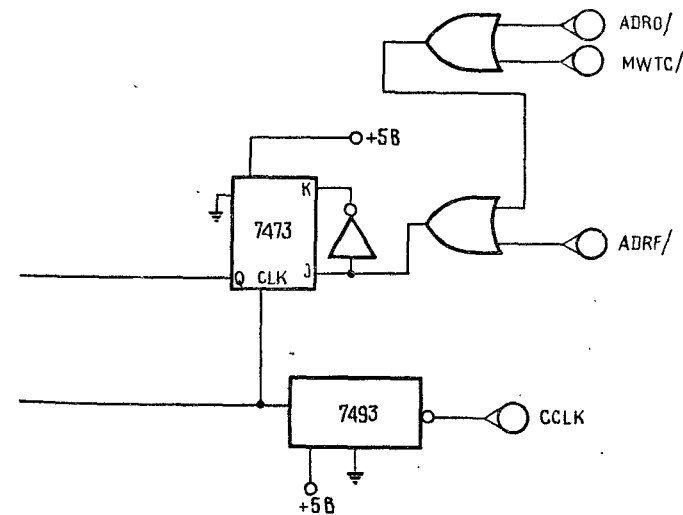
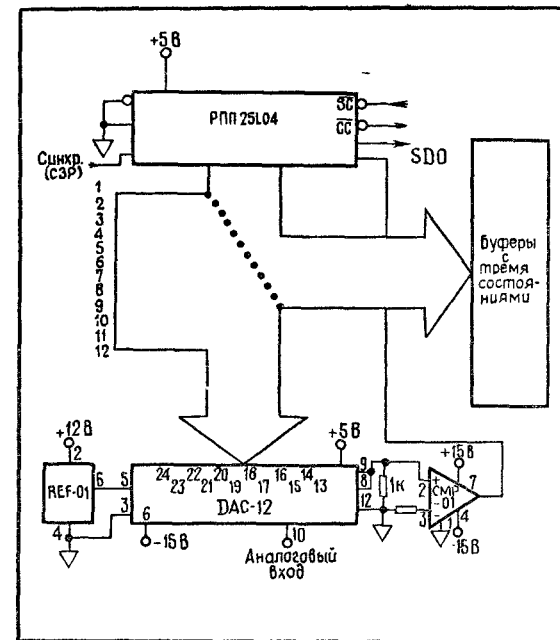


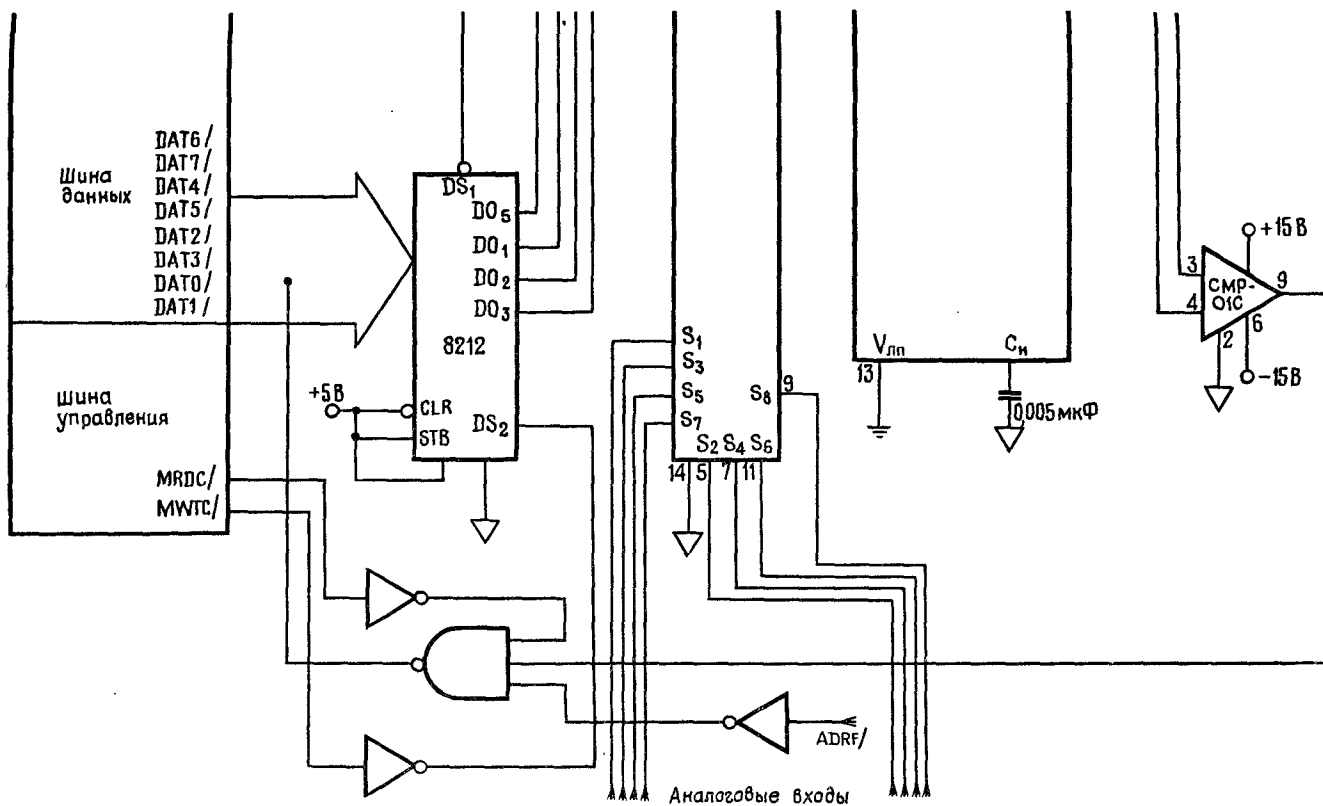
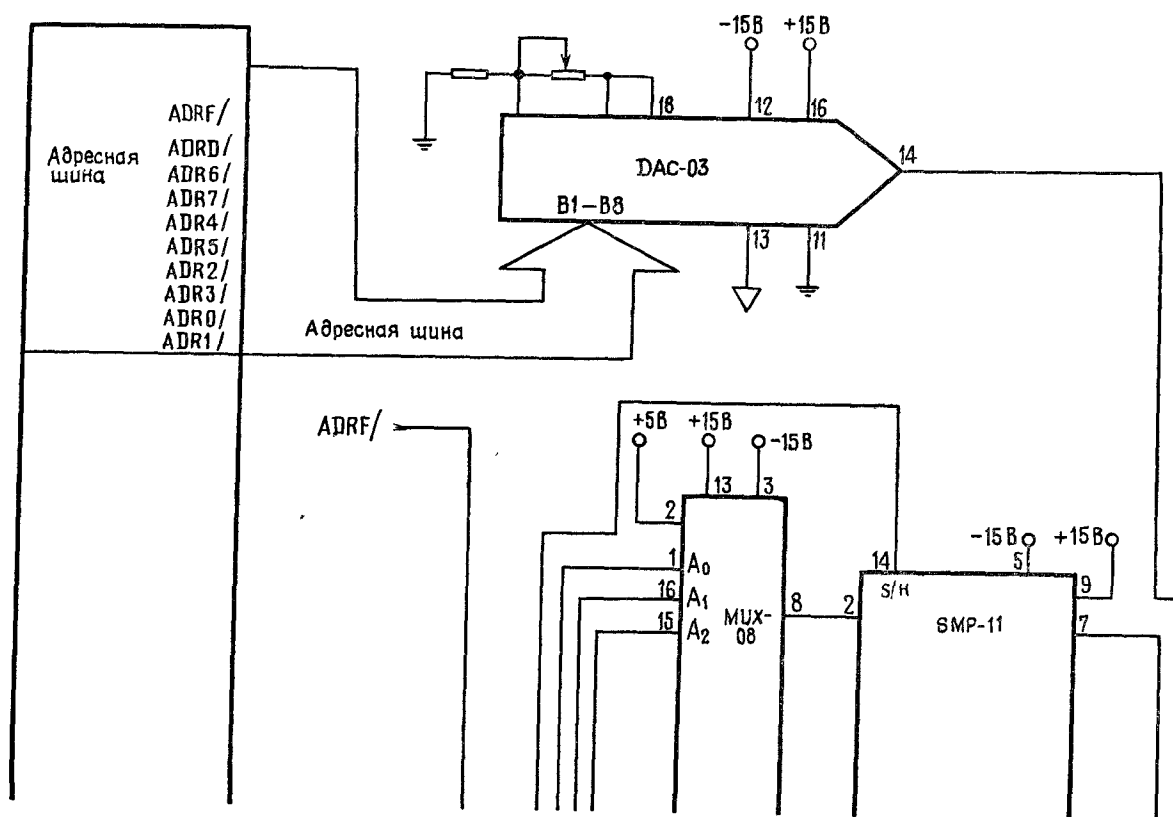
Быстрый прецизионный АЦП.

Возможны замены: DAC1265 → К1108ПА1 2 с внешним ОУ и источником опорного напряжения; LM311 → К554СА3А, диоды Шоттки → КД514А; DM2504 → К155ИР17



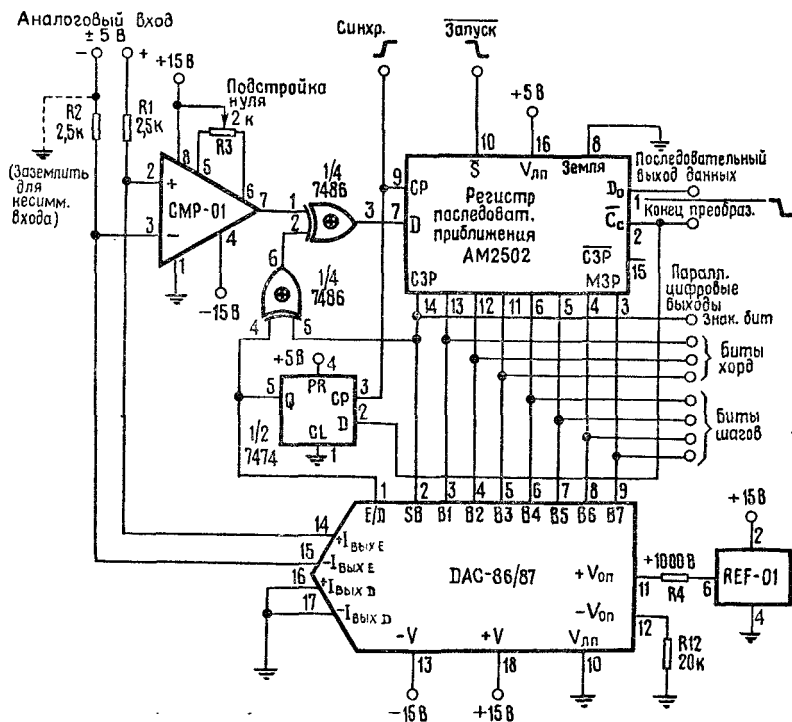
Полная 12-разрядная 8-канальная быстродействующая система сбора данных.
 Возможны замены: 8212 → К589ИР12; MUX-08 → К590КНЗ; SMP-11 → КР1100СК2; 7412 → К155ЛА10; 7473 → К155ТВ1; 7493 → К155ИЕ5; 25L04 → К155ИР17; CMP-01 → К554СА3; DAC-12 → К1108ПА1





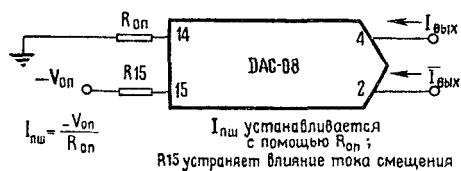
8-разрядная 8-канальная система сбора данных с программно-реализованным АЦП.

Возможны замены: DAC-03 → K572ПА1 8212 → K589IP12; MUX-08 → K590KH3; SMP-11 → KP1100CK2; CMP-01C → K554CA3.

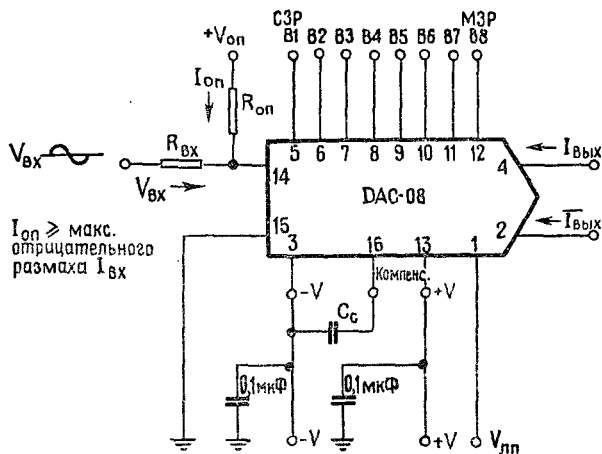


8-канальный кодировщик, использующий СИС РПП.

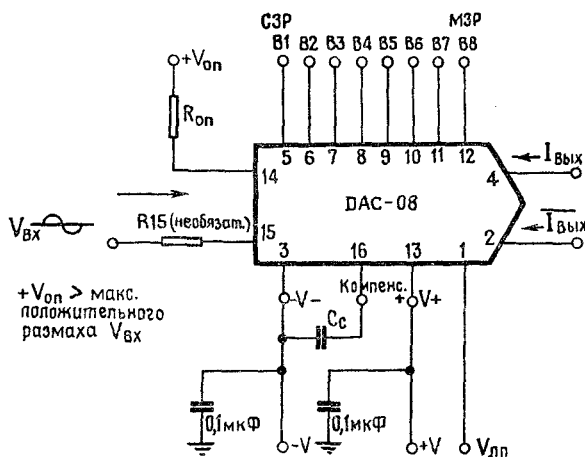
Возможны замены: СМР-01 $\rightarrow$ К554СА3; 7486 $\rightarrow$ К155ЛП5; REF-01 $\rightarrow$ источник опорного напряжения $+10\text{ В}$; AM2502 $\rightarrow$ К155ИР17.



Типовая схема ЦАП с отрицательным $V_{оп}$.



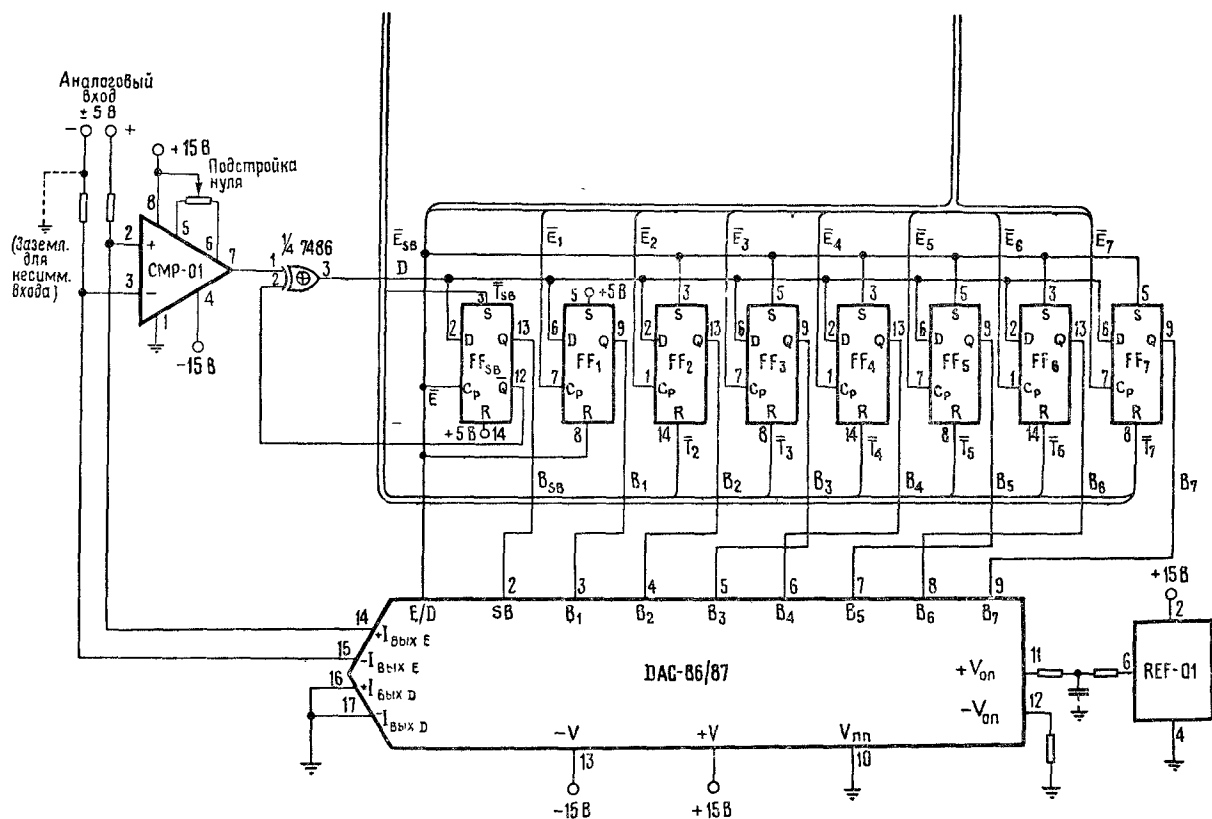
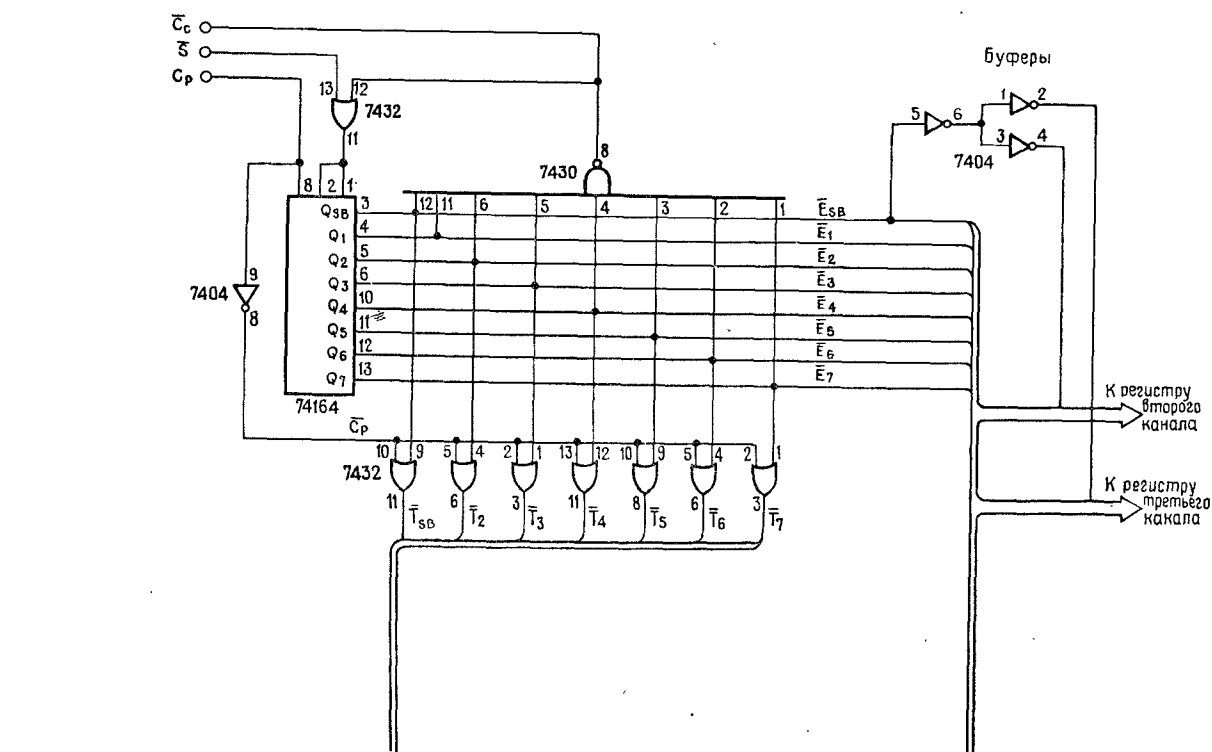
а



б

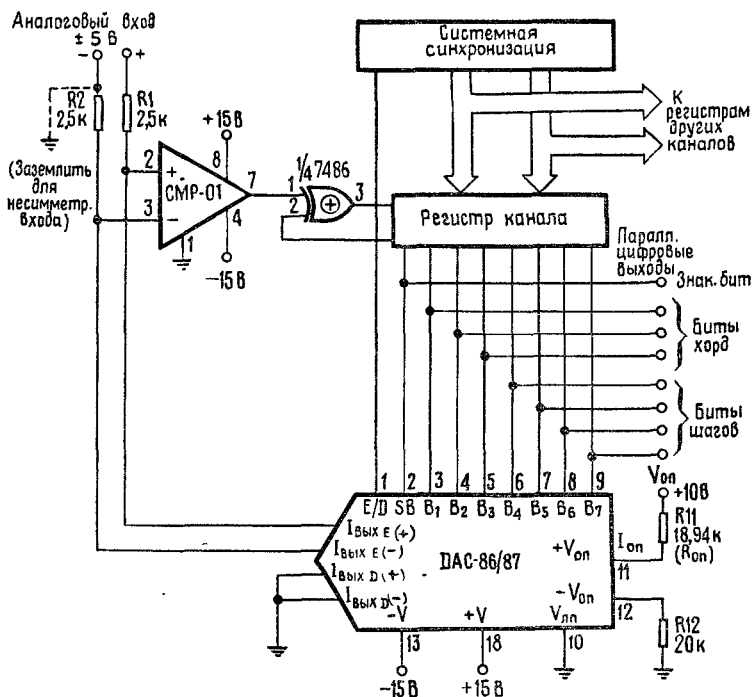
Схемы биполярного включения ЦАП с низким (а) и высоким (б) входным сопротивлением.

Можно использовать ЦАП К572ПА1 (в типовом включении)

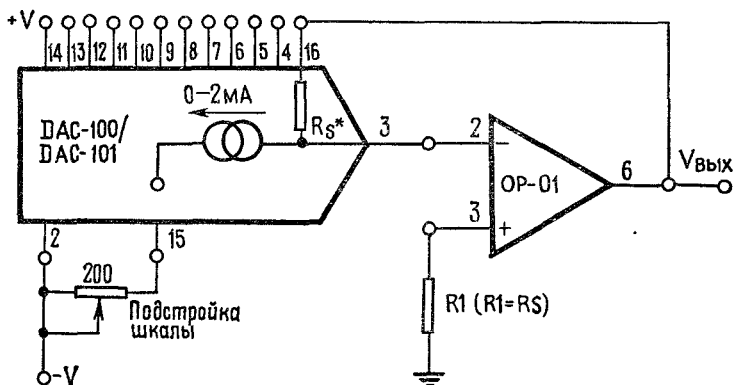


Полная схема улучшенного 8-канального кодировщика.

Возможны замены: 7404 → К155ЛН1; 7432 → К155ЛЛ1; 7430 → К155ЛА2; 7486 → К155ЛП5; 74164 → К134ИР8; CMP-01 → К554СА3; триггеры → К155ТМ2; REF-01 → источник опорного напряжения +10 В; ИМС DAC-86/87 → "командерный" ЦАП с нелинейной характеристикой.



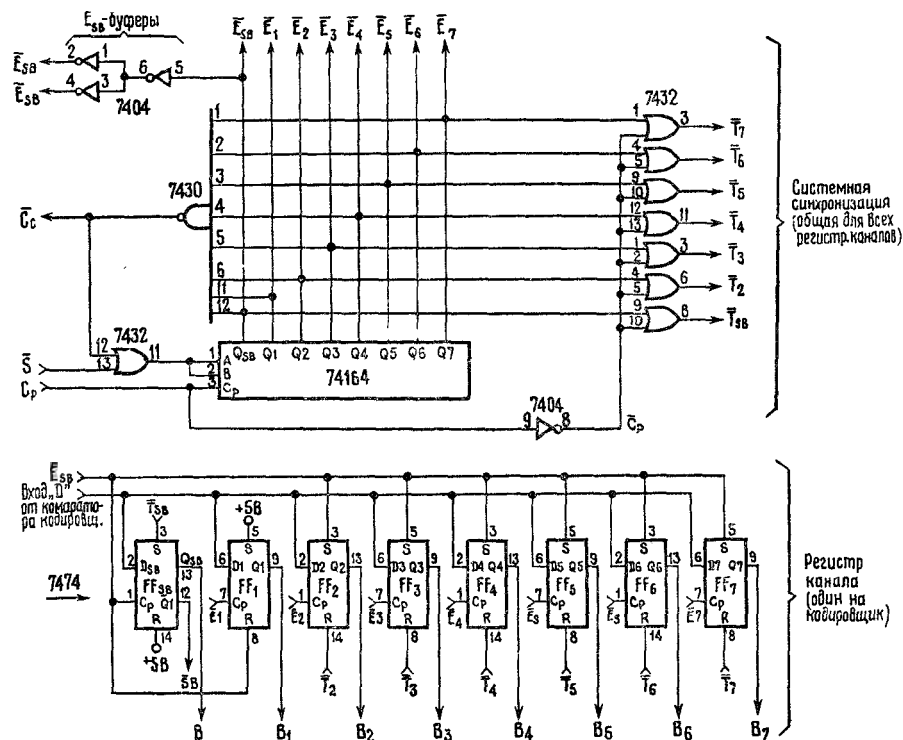
8-канальный кодировщик с улучшенной конструкцией РПП.



Типовая схема с однополярным выходом.

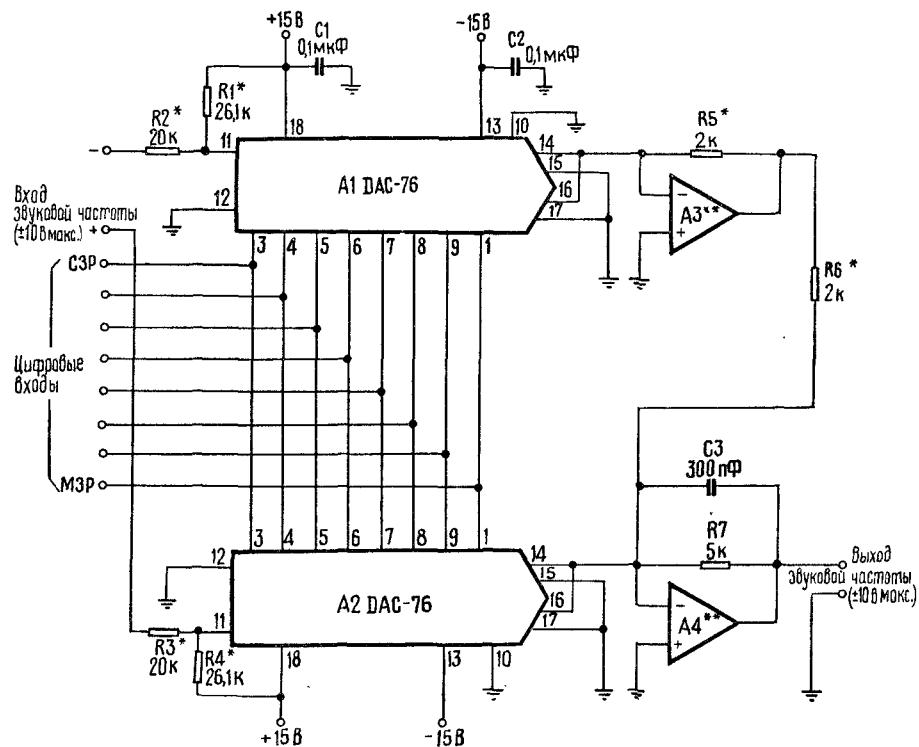
Типичное время установления для изменения на 1/2 шкалы составляет $\sim 1,0$ мкс.

* $R_s \geq 4,8$ кОм для 10 В (модели Q3, Q5, Q7), $R_s \geq 2,4$ кОм для 5 В (модели Q4, Q6, Q8)



Регистр последовательного приближения.

Возможны замены: 7404 → К155ЛН1; 7430 → К155ЛА2; 7432 → К155ЛЛ1; 7474 → К155ТМ2; 74164 → К134ИР8.

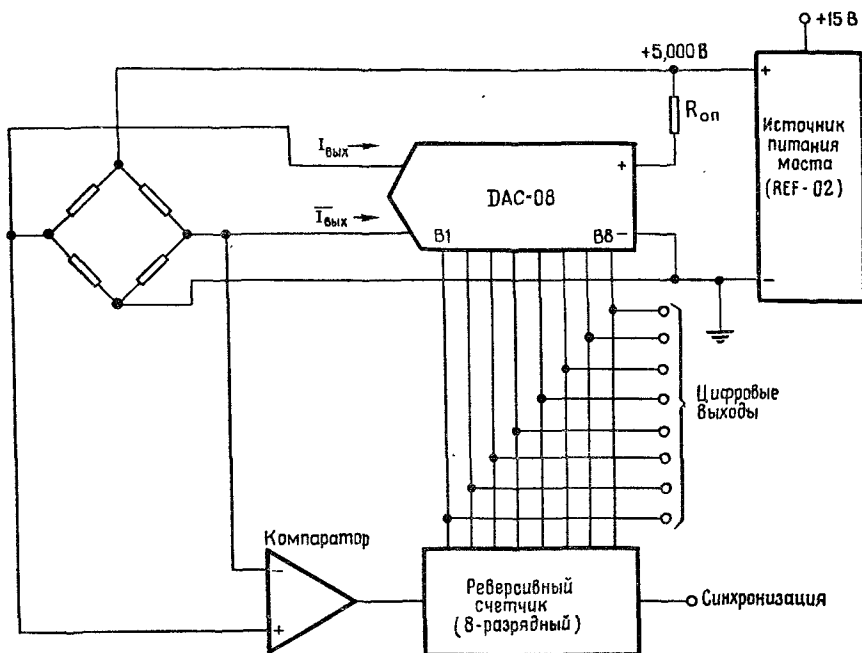


"Бесшумный" аттенюатор/усилитель.

*Сопротивления подобраны в согласованные пары: R1 и R2, R3 и R4, R5 и R6.

** A3 и A4 – соответствующие ОУ: ОР-01 (с наибольшей точностью), ОР-09, ОР-11 (лучшие ОУ широкого применения)

Можно использовать ОУ типа К140УД17



Преобразователь сигнала разбаланса моста.

Пояснения

1. Не требуется коррекция тока источника питания моста.
2. Цифровой выход показывает предыдущее значение сигнала разбаланса.
3. Схема может также измерить отклик моста на входную переменную (процессор может вычислять разность с учетом дрейфа нуля)
4. Не требуются ОУ и суммирующие резисторы.
5. Совместимость с помехозащищенной логикой (ВПЛ, КМДП)

Можно использовать любой подходящий ЦАП в типовом включении.

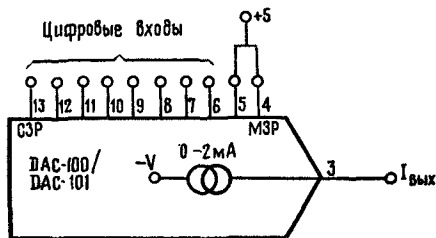
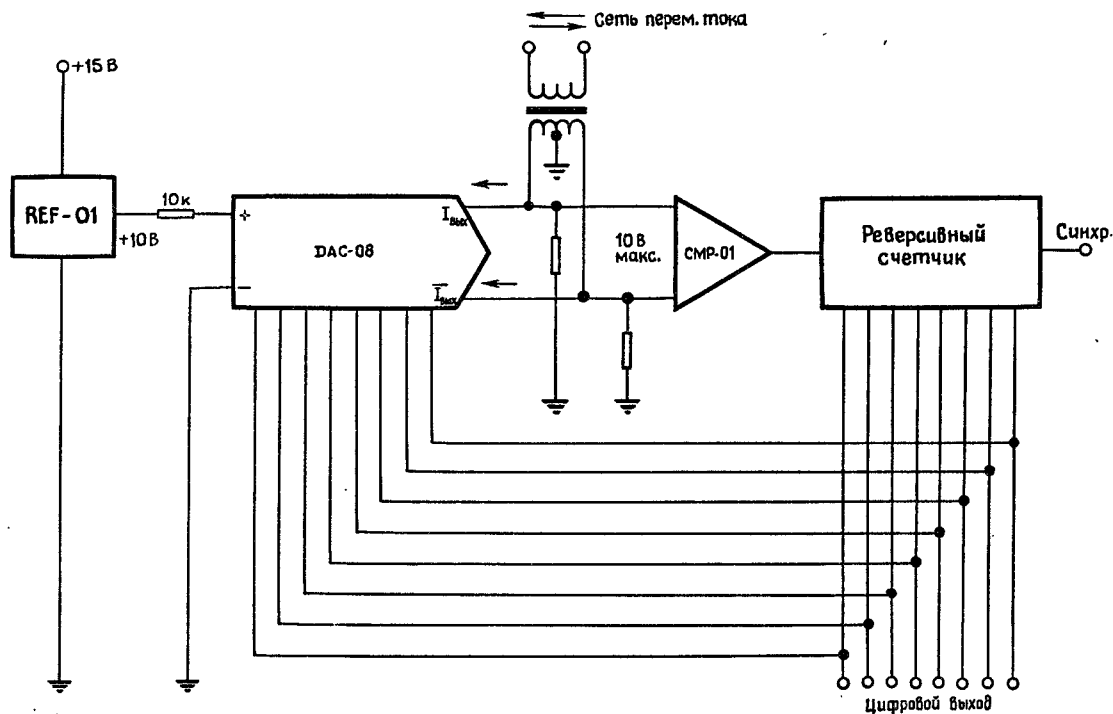


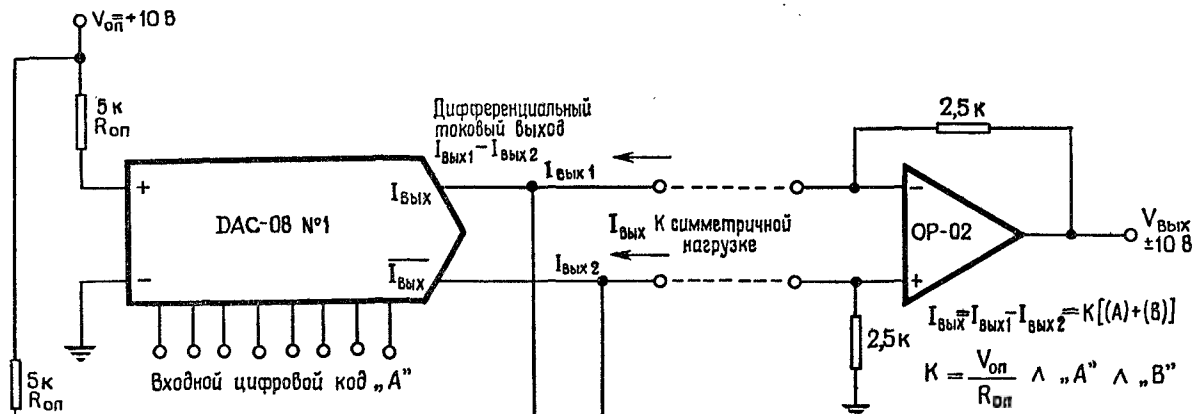
Схема с уменьшенной разрядностью.



Индикатор и обнаружитель неисправности в сети питания.

Пояснения

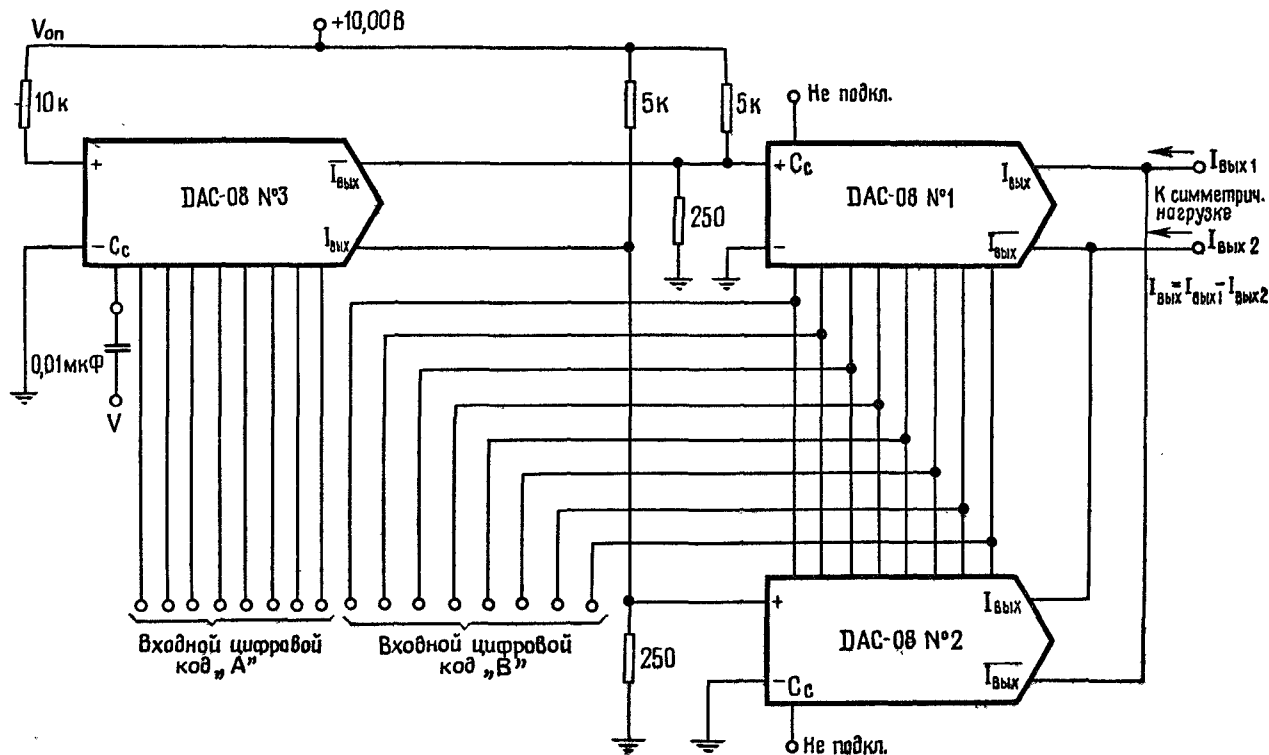
1. Обнаруживает и оцифровывает выбросы и "выпадения" сети.
 2. Период отслеживания АЦП равен 200 нс (не менее 5 МГц).
 3. Разрешение для 400 Гц при максимальной частоте синхронизации составляет $400/5 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^6 = 0,008\% = 0,028$ град.
- Возможны замены: DAC-08 → K572ПА1 (в типовом включении); CMP-01 → K554СА3.



4-квадрантный алгебраический цифровой вычислитель.

Код "А"	Код "В"	$I_{\text{вых1}}, \text{мА}$	$I_{\text{вых2}}, \text{мА}$	$V_{\text{вых}}, \text{В}$
1111 1111	1111 1111	3,984	0	+ 9,96
1100 0000	1100 0000	3,000	0,984	+ 5,04
1000 0001	0111 1111	2,000	1,984	+ 0,04
100000000	0111 1111	1,92	1,992	0
0111 1111	1000 0000	1,992	1,992	0
0111 1110	1000 0000	1,984	2,000	- 0,04
0011 1111	0011 1111	0,984	3,000	- 5,04
0000 0000	0000 0000	0	3,984	- 9,96

Возможны замены: DAC-08 → К572ПА1 (в типовом включении);
 OP-02 → К140УД17

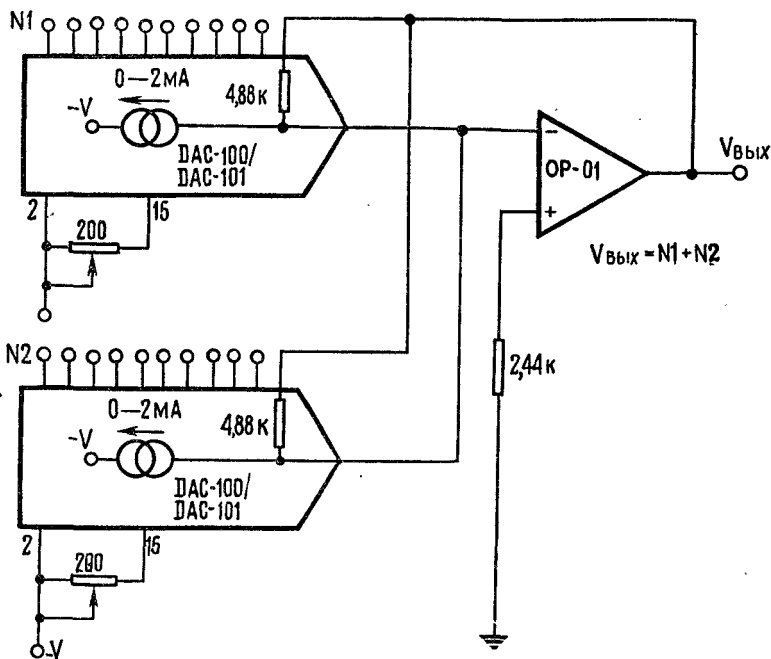


4-квадрантный цифровой умножитель разрядностью 8 x 8 бит.

Пояснения

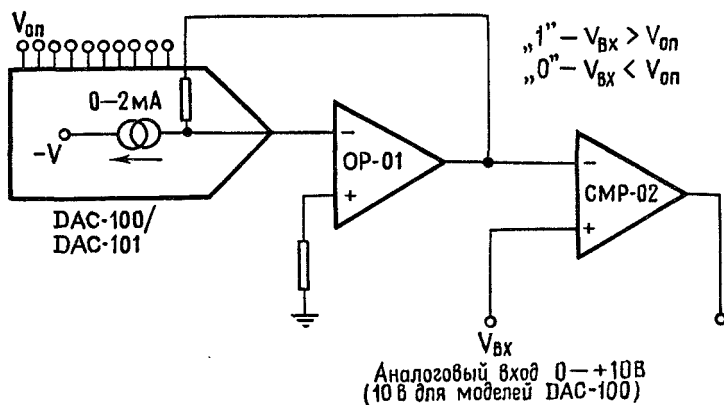
1. Высокое быстродействие во всем динамическом диапазоне.
2. Для увеличения быстродействия использованы резисторы 250 Ом.
3. Не применяется компенсация (за счет этого уменьшается величина RC на выходах DAC-08 № 3).

Можно применить ЦАП типа К1108ПА1 (в типовом включении)



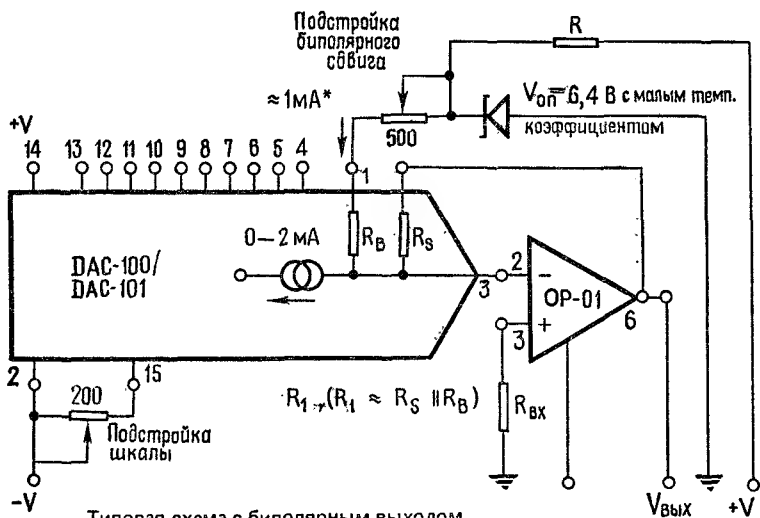
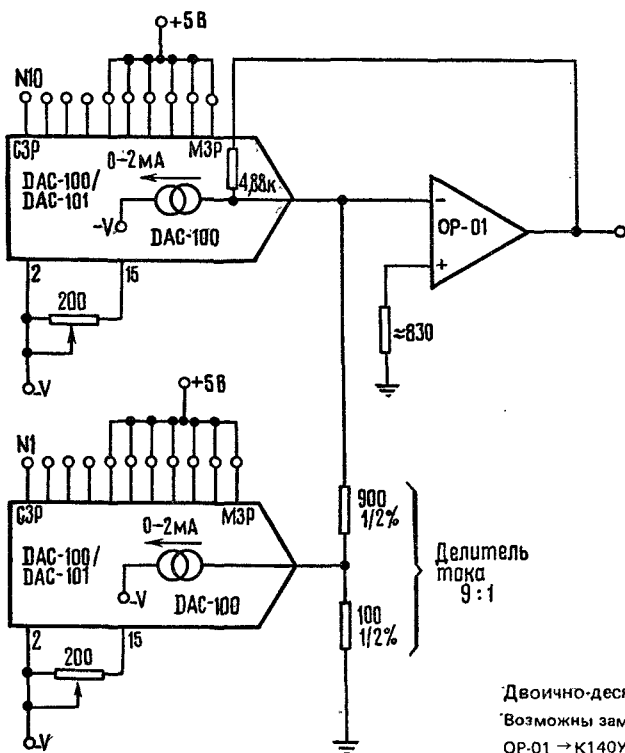
Аналоговый сумматор двух цифровых величин.

Возможны замены: DAC-100 → К594ПА1 (в типовом включении); OP-01 → К140УД11.

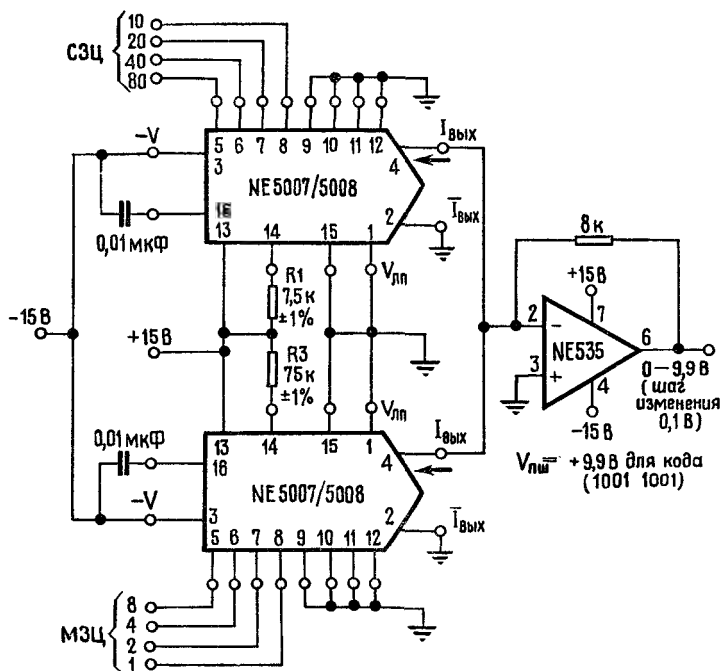


Детектор уровня с цифровым управлением.

Возможны замены: DAC-100 → К594ПА1; OP-01 → К140УД11; CMP-02 → К521СА4.



Типовая схема с биполярным выходом.



Недорогой 2-разрядный двоично-десятичный ЦАП.

Выходное напряжение прямо пропорционально напряжению положительного источника питания.

Возможны замены: NE5007 → К1108ПА1; NE535 → К140УД7.

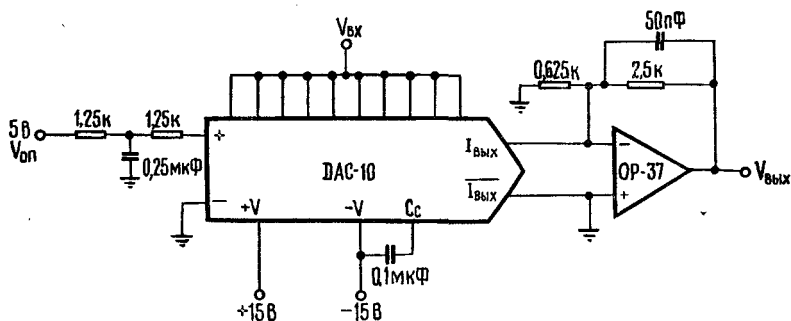
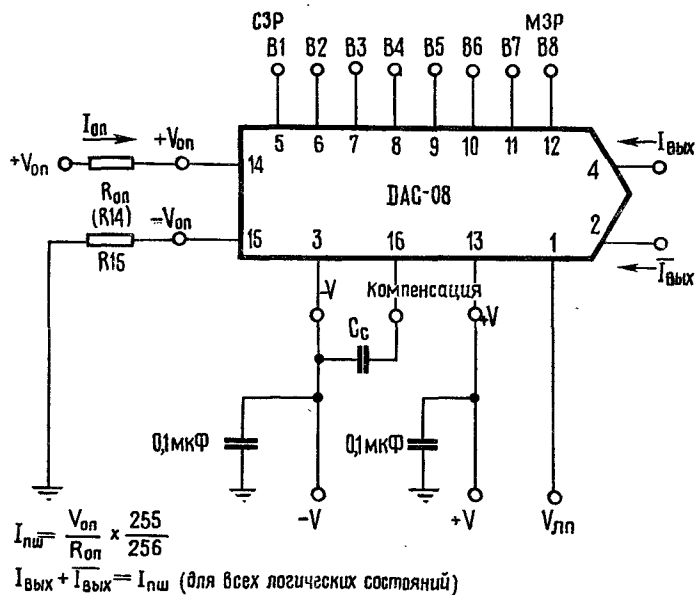


Схема с уменьшенным временем установления для ОУ типа OP-37

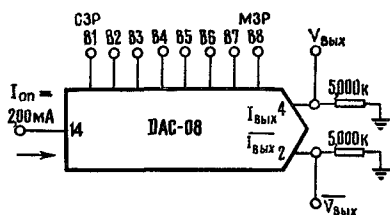


Типовая схема ЦАП с положительным $V_{оп}$.

Для фиксированного опорного напряжения и работы с ТТЛ-схемами типичные значения:

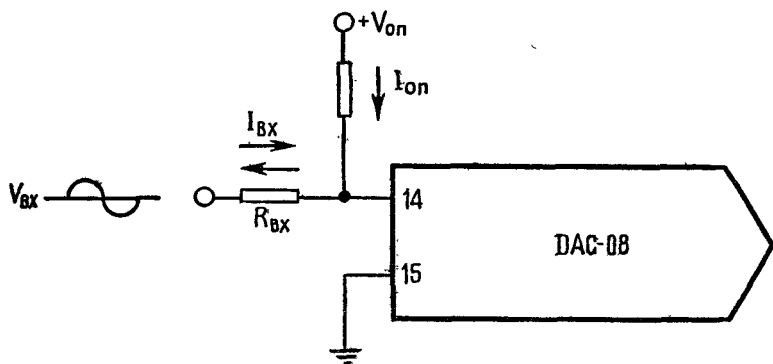
$V_{оп} = +10,000$ В, $R_{оп} = 5,000$ кОм, $C_c = 0,01$ мФ, $V_{лп} = 0$ В (земля), $R_{15} = R_{оп}$.

Можно использовать ЦАП типа К594ПА1.

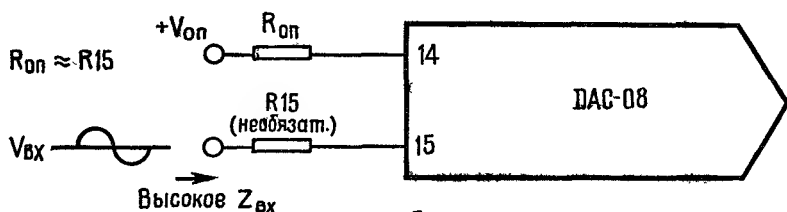


Типовая схема ЦАП с отрицательным $V_{вых}$.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$I_{вых}, \text{мА}$	$\bar{I}_{вых}, \text{мА}$	$V_{вых}, \text{В}$	$\bar{V}_{вых}, \text{В}$
Полная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1,992	0,000	-9,960	-0,000
Половина шкалы + 1 ЕМР	1	0	0	0	0	0	0	1	1,008	0,984	-5,040	-4,920
Половина шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0,992	-5,000	-4,960
Половина шкалы - 1 ЕМР	0	1	1	1	1	1	1	1	0,992	1,000	-4,960	-5,000
Ноль + 1 ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	1	0,008	1,984	-0,050	-9,920
Ноль	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	1,992	0,000	-9,960



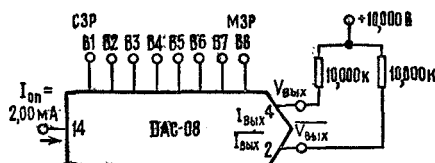
а



б

Стандартные схемы биполярного ЦАП:

а — $I_{оп} > \text{максимальный отрицательный размах } I_{вых}$; б — $V_{оп} > \text{максимальный положительный размах } V_{вых}$.



Типовая схема ЦАП с биполярным выходным сигналом.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$V_{вых}, В$	$\bar{V}_{вых}, В$
Полная положительная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	-9,920	+10,000
Полная положительная шкала - 1ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	0	-9,840	+9,920
Нуль шкалы + 1ЕМР	1	0	0	0	0	0	0	1	-0,080	+0,160
Нуль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	-0,000	+0,080
Нуль шкалы - 1ЕМР	0	1	1	1	1	1	1	1	+0,080	0,000
Полная отрицательная шкала + 1ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	1	+9,920	-9,840
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	0	+10,000	-9,920

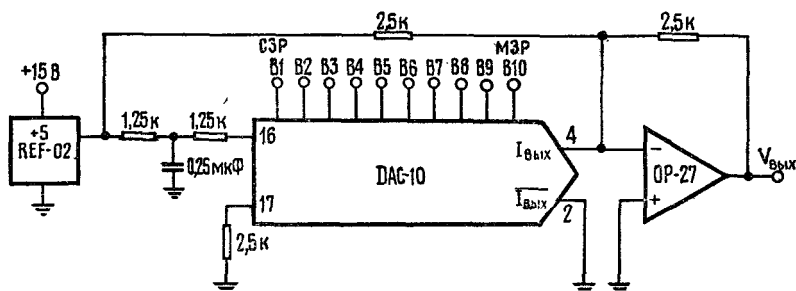
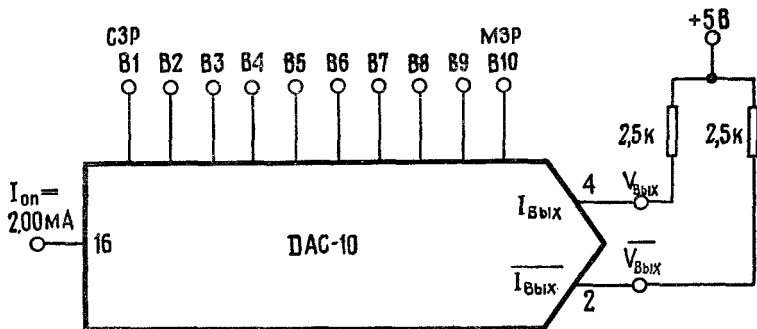


Схема ЦАП со смещением двоичного кода.

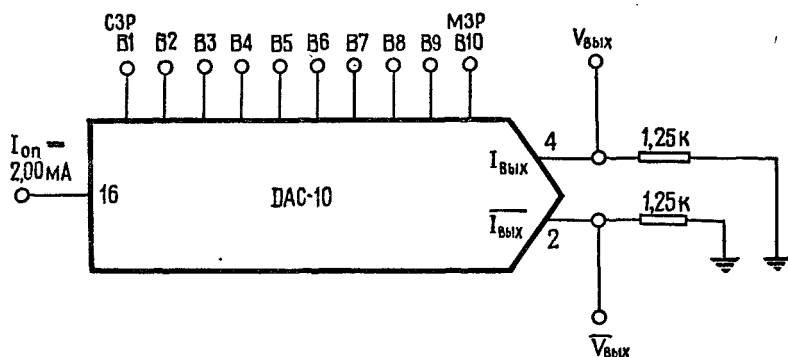
Возможны замены: DAC-10 → K572ПА1; OP-27 → K140УД7; REF-02 → источник опорного напряжения +5 В.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	$V_{\text{вых}}, \text{В}$
Полная положительная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+4,990
Ноль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000
Полная отрицательная шкала + 1ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-4,990
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5,000



Типовая схема ЦАП с биполярным сигналом на выходе.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	$V_{\text{вых}}, \text{В}$	$\bar{V}_{\text{вых}}, \text{В}$
Полная положительная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-4,990	+5,000
Полная положительная шкала - 1ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-4,980	+4,990
Ноль шкалы + 1ЕМР	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,010	+0,020
Ноль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	+0,010
Ноль шкалы - 1ЕМР	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+0,010	0,000
Полная отрицательная шкала + 1ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	+4,990	-4,980
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+5,000	-4,990



Типовая схема ЦАП с отрицательным выходным сигналом.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	$I_{\text{ВЫХ}}, \text{мА}$	$\bar{I}_{\text{ВЫХ}}, \text{мА}$	$V_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$	$\bar{V}_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$
Полная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3,996	0,000	-4,995	-0,000
Половина шкалы														
+ 1 ЕМР	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,004	1,992	-2,505	-2,490
Половина шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,000	1,996	-2,500	-2,495
Половина шкалы														
- 1 ЕМР	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,996	2,000	-2,495	-2,500
Нуль шкалы														
+ 1 ЕМР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,004	3,992	-0,005	-4,990
Нуль шкалы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	3,996	-0,000	-4,995

Можно использовать ЦАП типа К572ПА1А (в типовом включении)

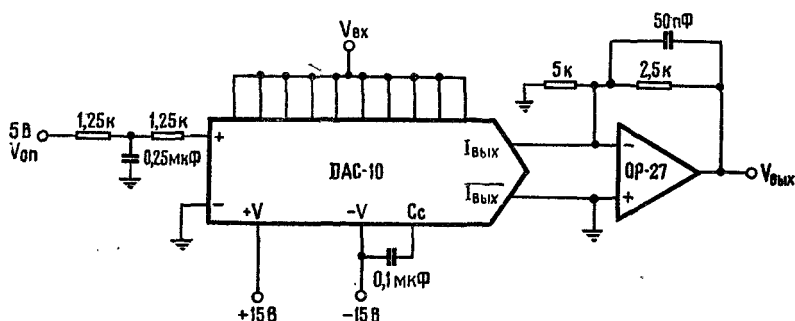
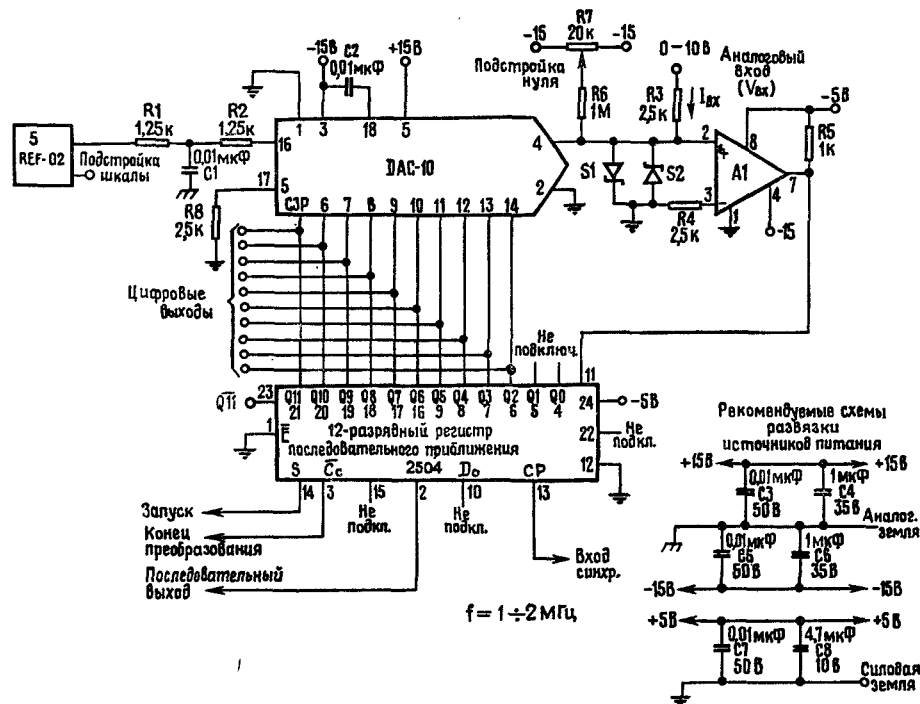


Схема с уменьшенным временем установления для ОУ типа ОР-27

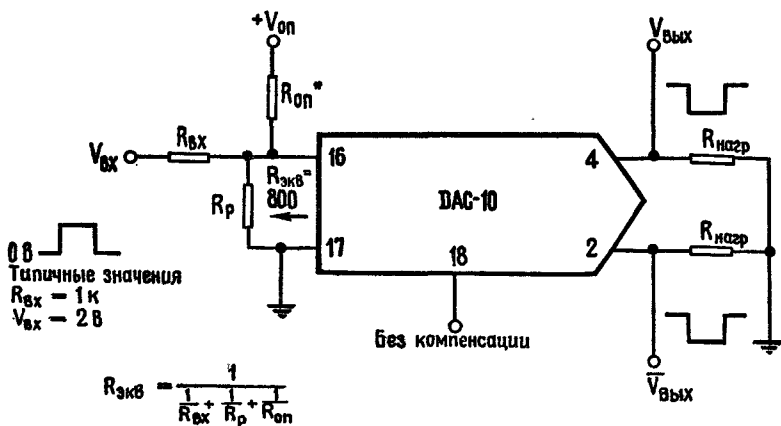
Возможны замены: DAC-10 → К572ПА1А; ОР-27 → К140УД6.



10-разрядный АЦП последовательного приближения.

R1, R2, R3 подобраны с точностью 0,025%; A1 – RM4805, RM111 (или аналогичный); REF-02 или аналогичный; S1, S2 должны быть типа HP5082.

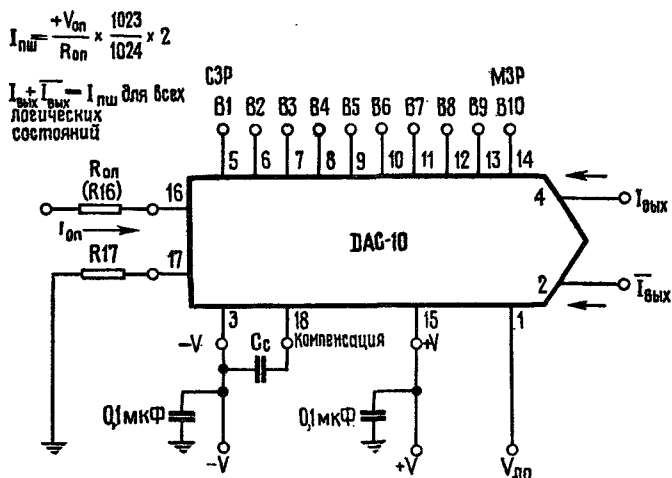
Возможны замены: DAC-10 → К594ПА1; 2504 → К155ИР17; RM111 → К554СА3; HP5082 → КД514А; REF-02 → подстраиваемый источник опорного напряжения +5 В.



ЦАП в импульсном режиме работы.

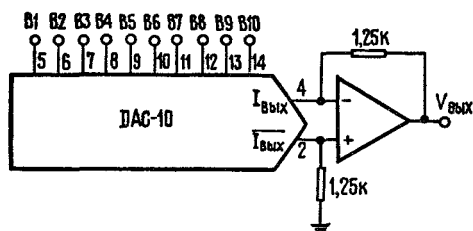
*Регистр для сдвига входных уровней необязателен.

Можно использовать ЦАП К572ПА1А.



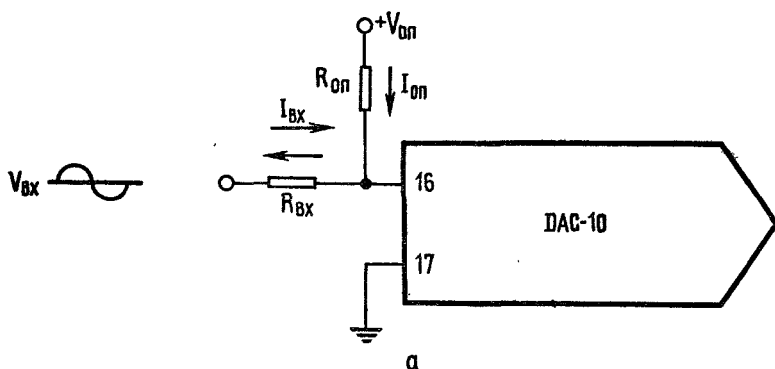
ЦАП с положительным $V_{оп}$.

Для фиксированного опорного напряжения и работы с ТТЛ-схемами типичные значения $V_{оп} = 5 \text{ В}$, $R_{оп} = 2.5 \text{ кОм}$, $R17 \approx R_{оп}$, $C_c = 0.01 \text{ мкФ}$, $V_{лп} = 0 \text{ В}$ (земля).

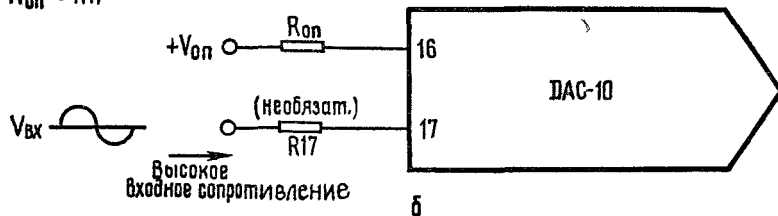


ЦАП в биполярном режиме работы.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	$V_{\text{вых}}, \text{В}$
Полная положительная шкала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+4,995
Полная положительная шкала -1ЕМР	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	+4,985
+ Нуль шкалы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+0,005
- Нуль шкалы	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,005
Полная отрицательная шкала $+1\text{ЕМР}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-4,985
Полная отрицательная шкала	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4,995

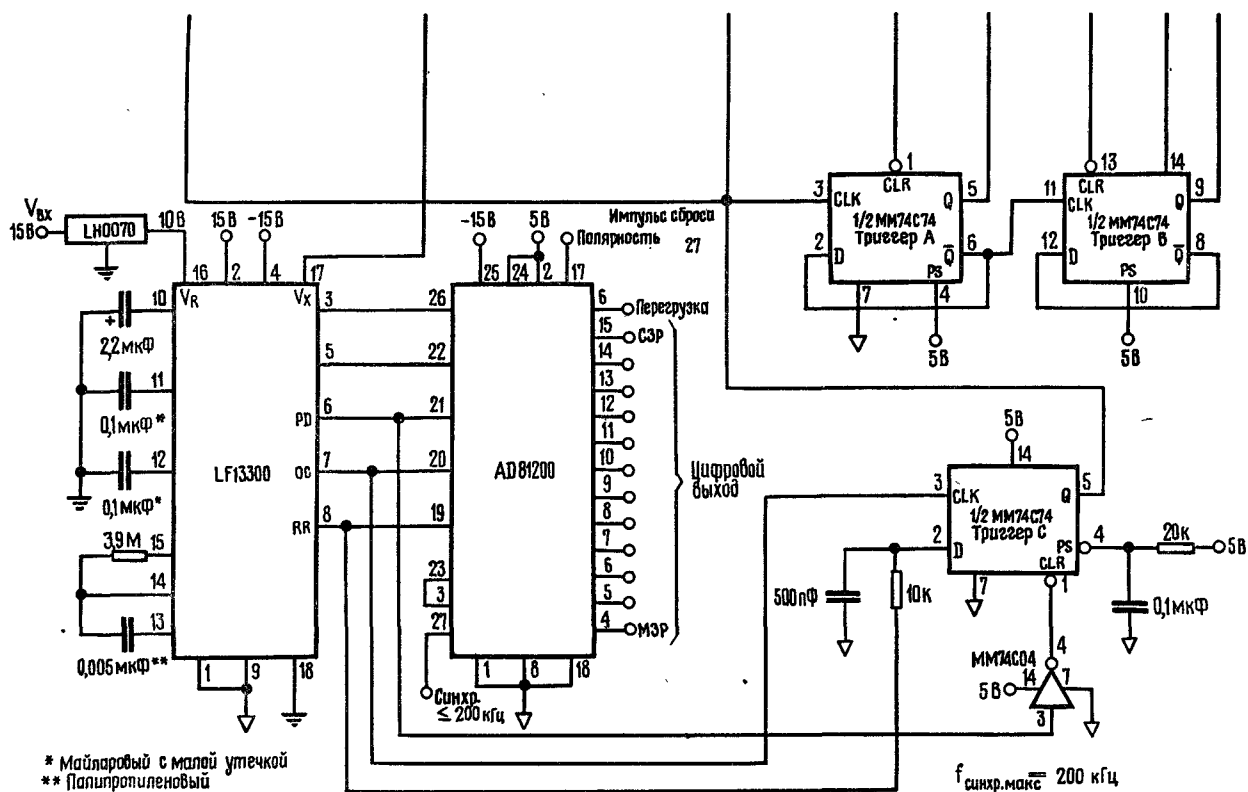
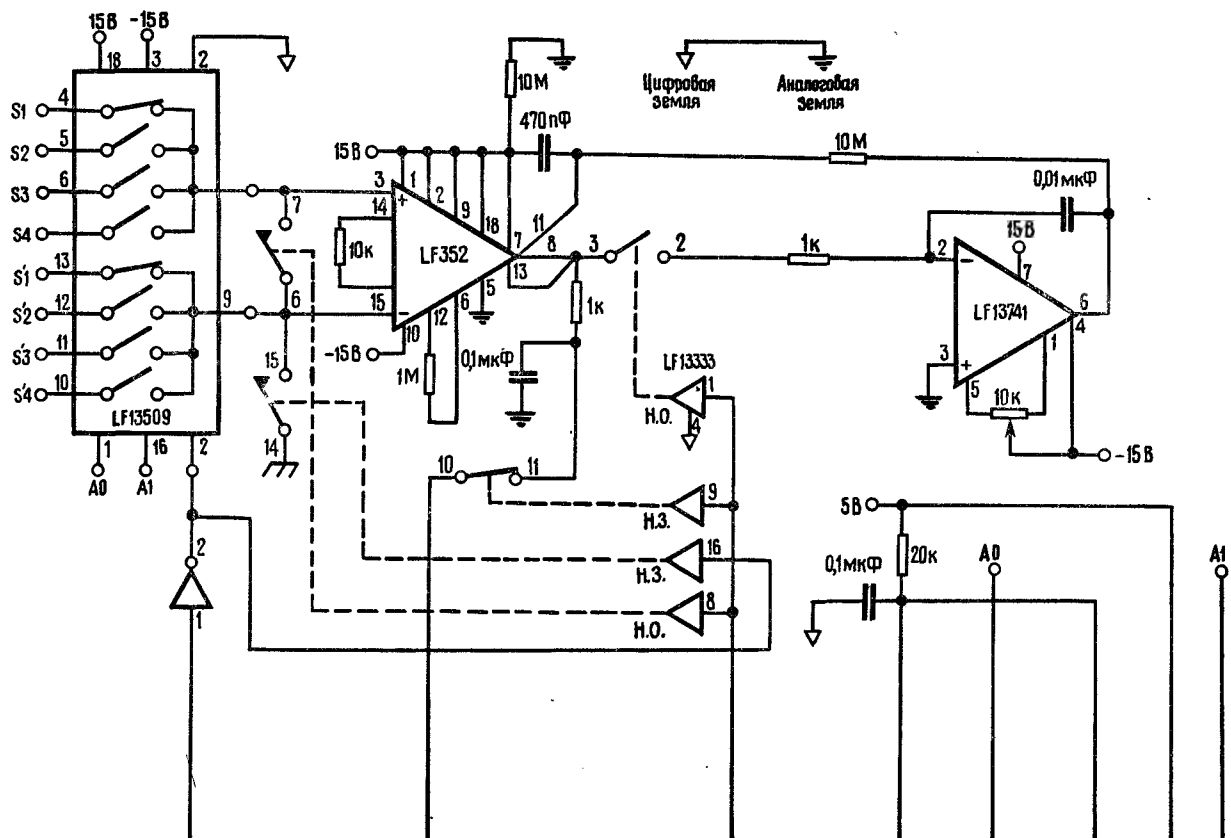


$$R_{\text{оп}} \approx R17$$

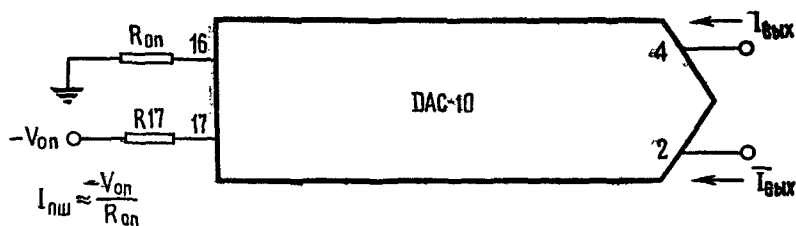


ЦАП с использованием смещения для реализации биполярного режима.

а - $I_{\text{оп}} \geq$ максимальный отрицательный размах $I_{\text{вх}}$; б - $V_{\text{оп}} >$ максимальный положительный размах $V_{\text{вх}}$.

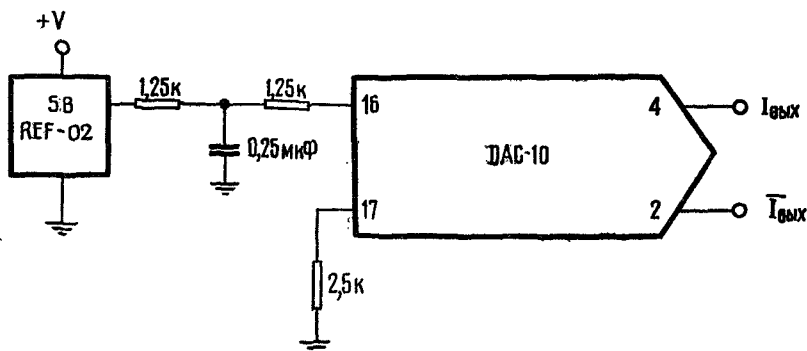


4-канальный дифференциальный мультимплексор с автобалансирующим инструментальным усилителем и 12-разрядный АЦП.

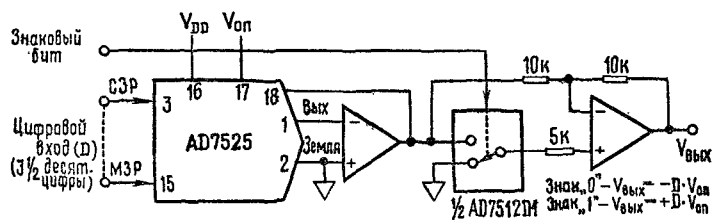


ЦАП с отрицательным $V_{оп}$:

$I_{оп}$ устанавливается резистором $R_{он}$ R17 устраняет влияние тока смещения.

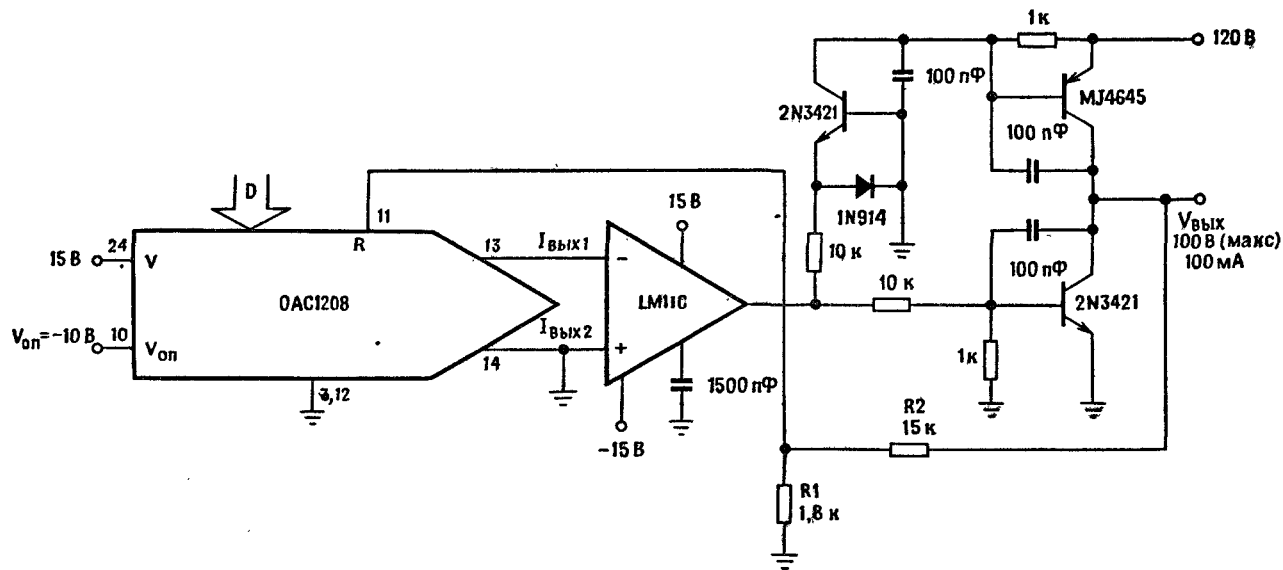


Фильтр ограничения шумов источника опорного напряжения.



ЦАП „знак-величина“.

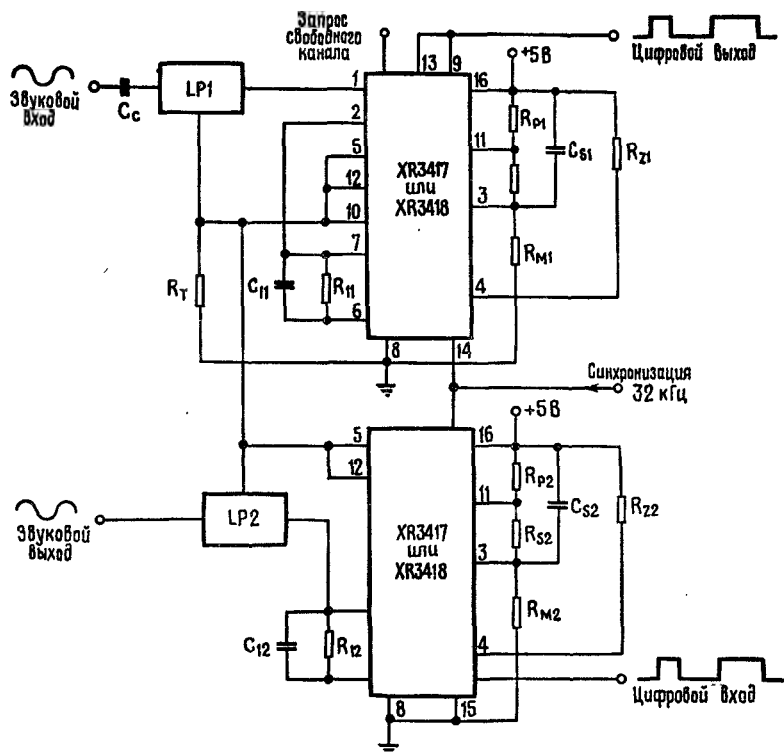
Возможны замены: AD7525 → К594ПА1А; AD7512D1 → К561КП1 (со схемами управления).



Высоковольтный мощный ЦАП.

$$V_{\text{вых}} = \frac{V_{\text{оп}} \cdot D}{4096} \left(1 + \frac{R_2}{R_{\text{Ос}}} + \frac{R_2}{R_1} \right).$$

Возможны замены: DAC1208 → К572ПА1; LM11C — ОУ с чрезвычайно малыми токами смещения (30 пА!); 2N3421 → КТ904А; 1N914 → КДБ21А; MJ 4645 → КТ914А. При этом необходимо уменьшить напряжение питания до 60 В.



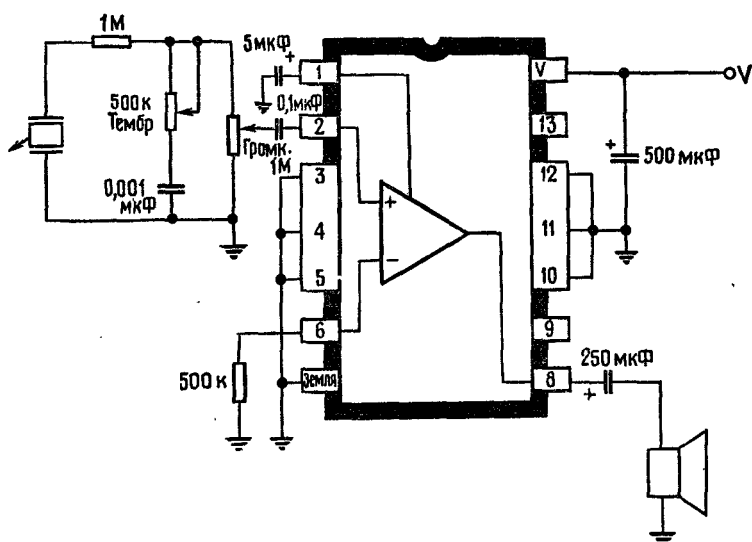
Полный дуплексный вокодер.

LP1 и LP2 – фильтры нижних частот (используются в системе при необходимости).

В схеме использованы специальные ИМС вокодеров фирмы EXAR.

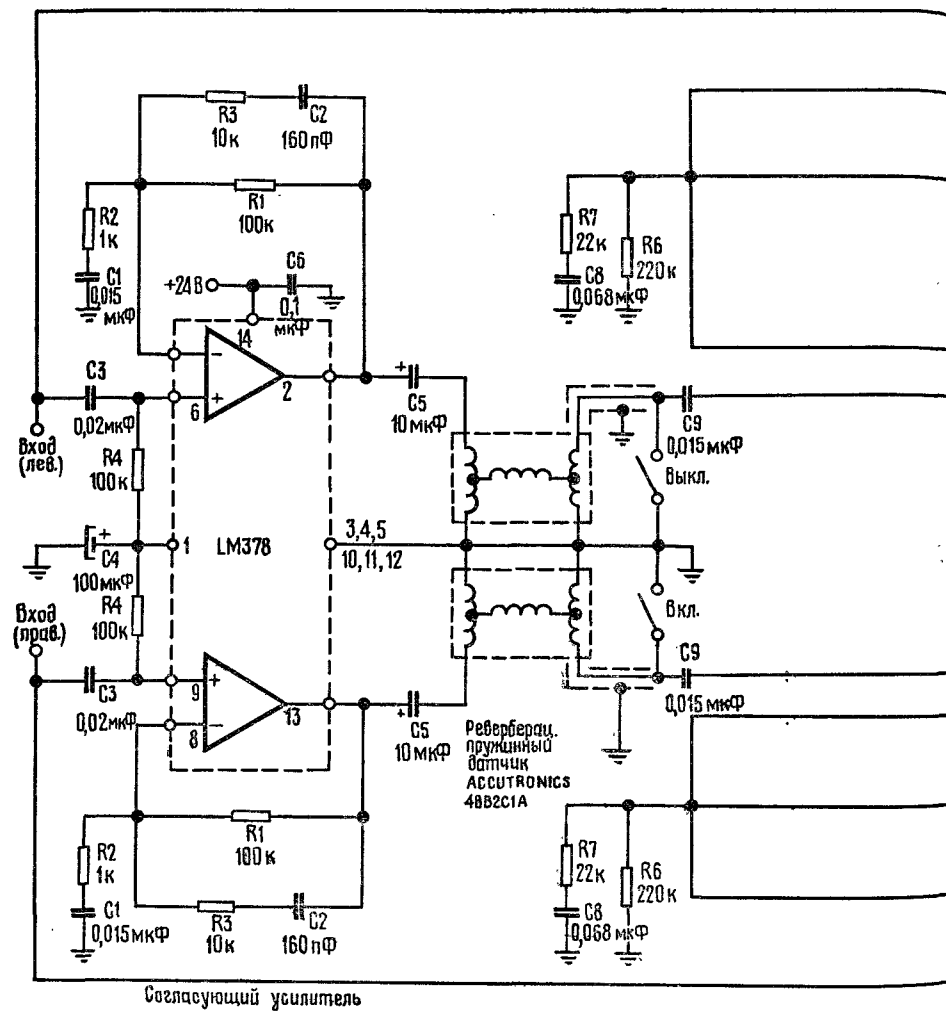
Глава 10

Схемы для звуко- и видеотехники



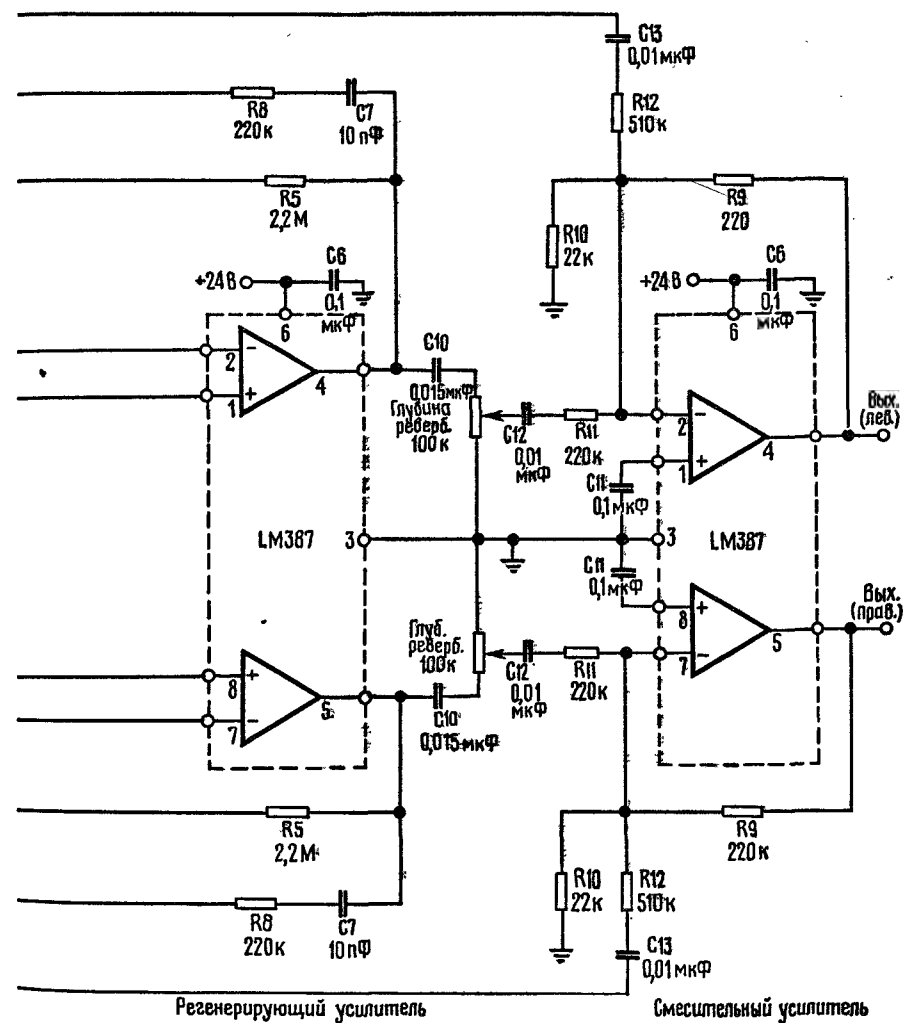
Недорогой электрофон. ✓

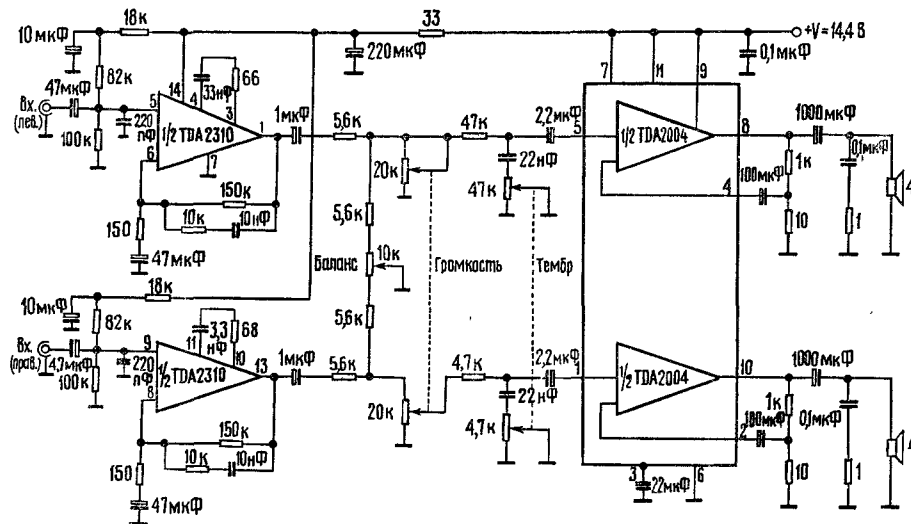
Можно использовать ИМС типа К174УН5 (в типовом включении)

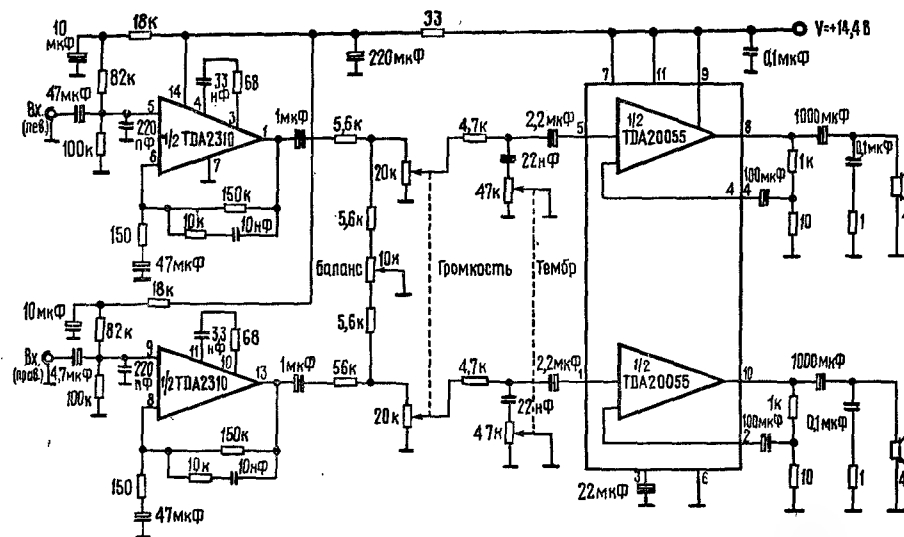


Стереоревербератор.

Можно использовать ИМС типа К548УН1А (в типовом включении)

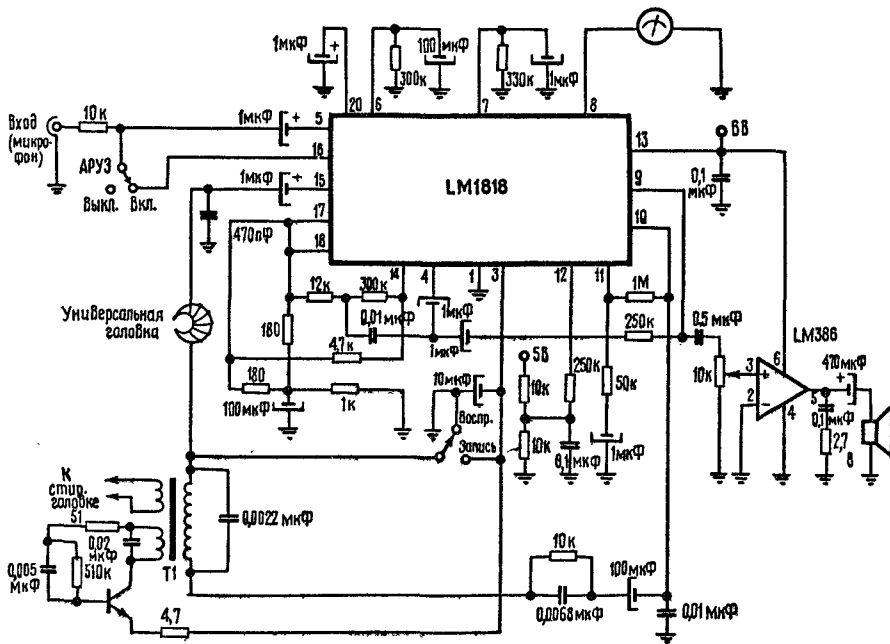






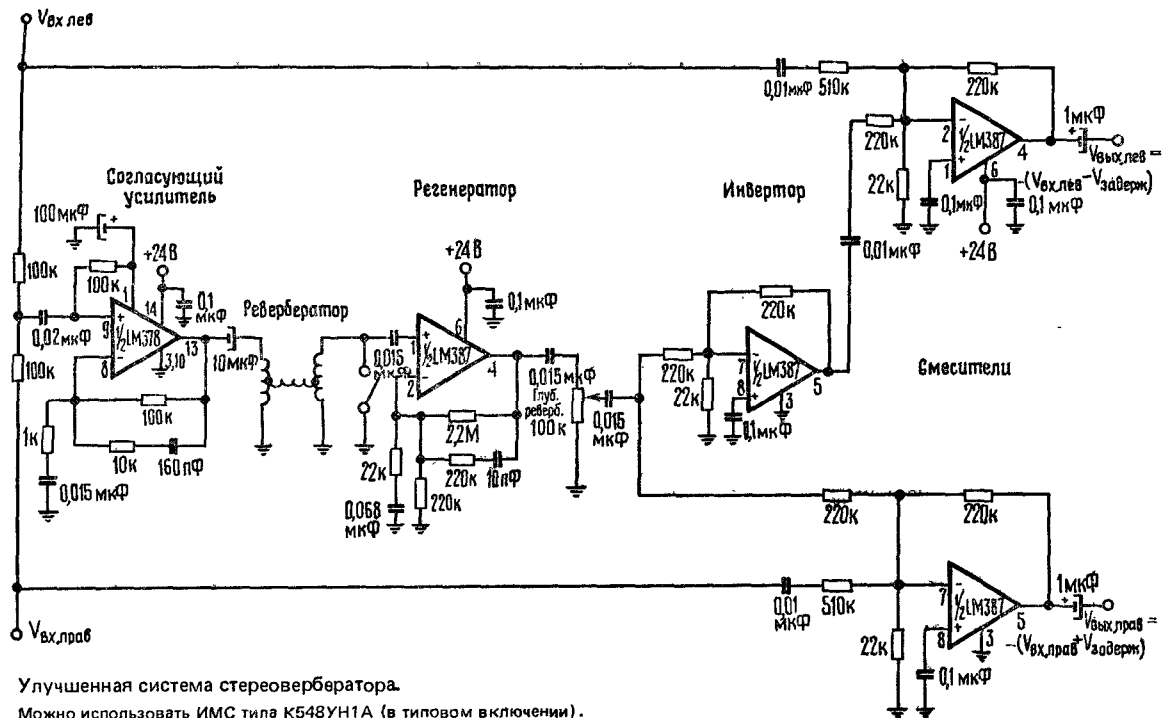
Высококачественный автомобильный стереопроигрыватель (2 x 10 Вт).

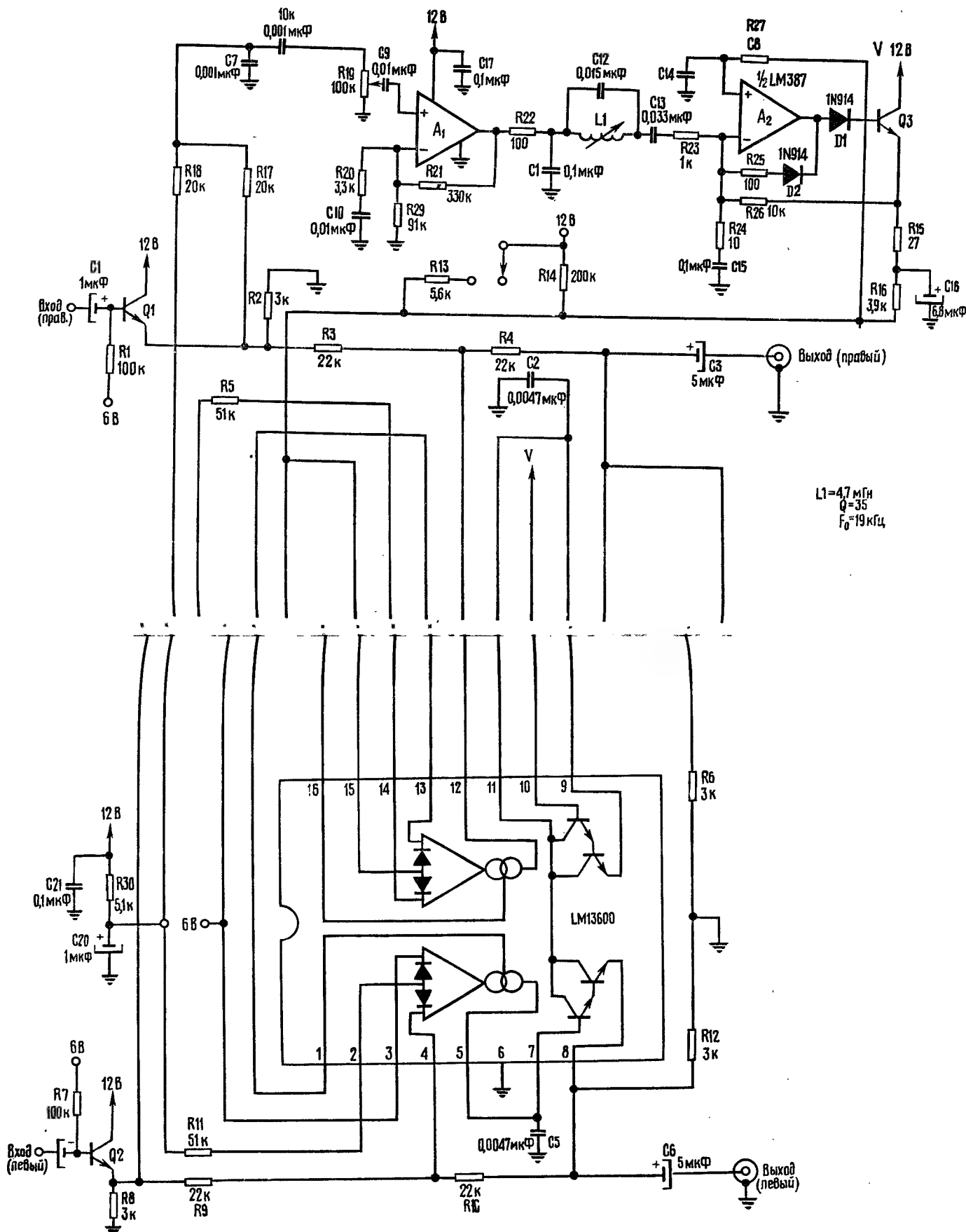
Возможны замены: TDA2310 → К548УН1А (в титловом включении); TDA2005 → микросхемы типа К174УН9.



Монофонический кассетный магнитофон.

Типичная схема недорогого магнитофона с применением специальной ИМС.

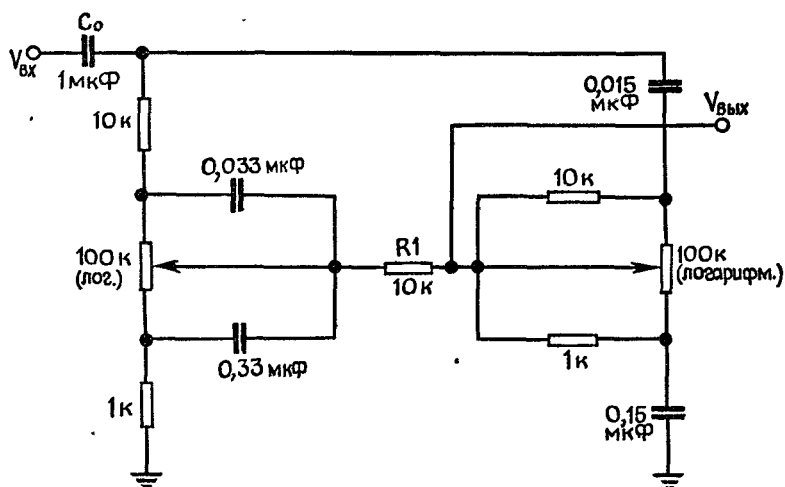




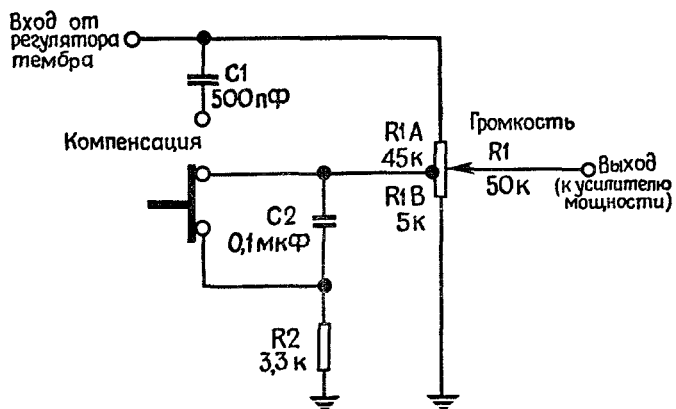
Стерефоническая схема шумоподавления.

Можно использовать ИМС типа К548УН1А (в типовом включении), диоды КД521А и транзисторы КТ342Б.

Один канал предусилителя магнитной головки звукозаписывающего аппарата.
Возможна замена: LM381A → K548УН1А.

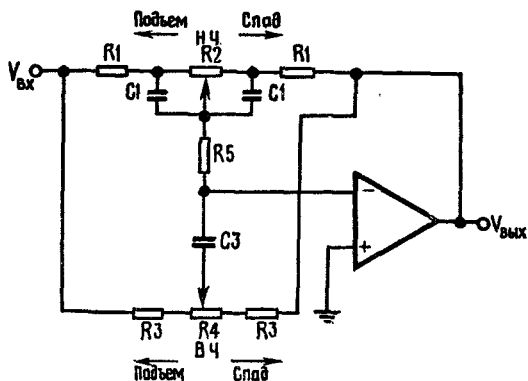


Полная схема регулятора тембра.



Компенсированный регулятор громкости.





Активный регулятор тембра.

На низких частотах

На высоких частотах

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_2 C_1}, \quad f_{LB} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1},$$

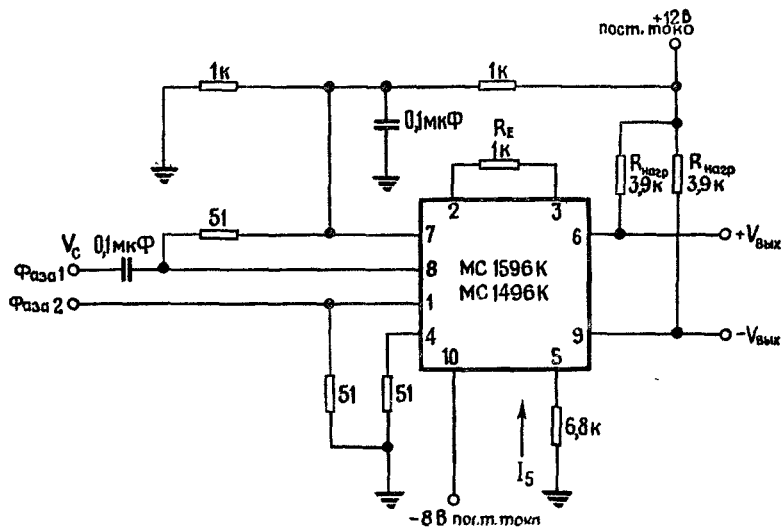
$$f_H = \frac{1}{2\pi R_3 C_3}, \quad f_{HB} = \frac{1}{2\pi (R_1 + R_3 + 2R_5) C_3},$$

$$A_{VB} = 1 + R_2/R_1 \text{ при условии } R_2 \gg R_1$$

$$A_{VT} = 1 + \frac{R_1 + 2R_5}{R_3} \text{ при условии}$$

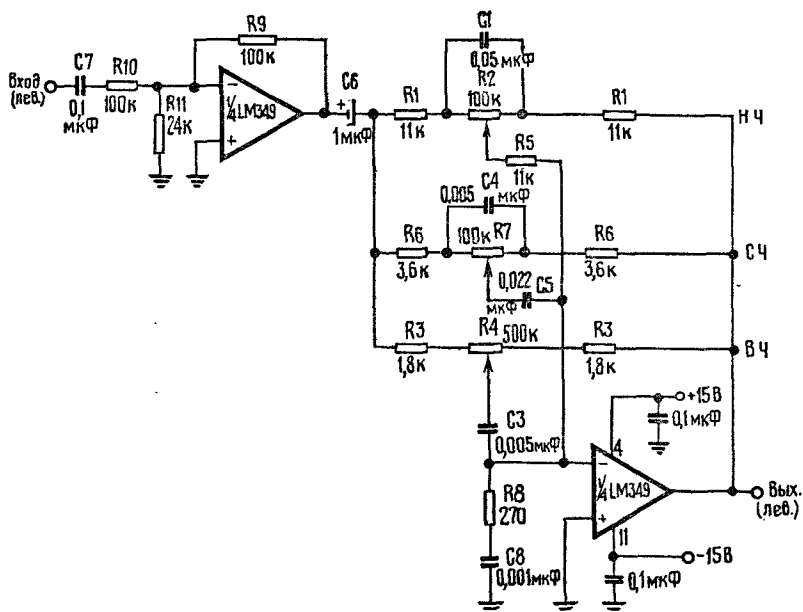
$$R_4 \gg R_1 + R_3 + 2R_5.$$

Можно использовать любой ОУ с соответствующими цепями коррекции.



Фазовый компаратор.

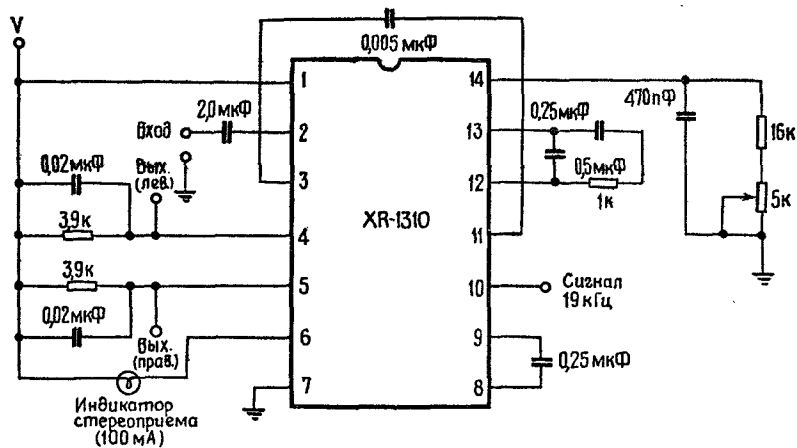
Можно использовать ИМС К526ПС1.



Трехполосный активный регулятор тембра.

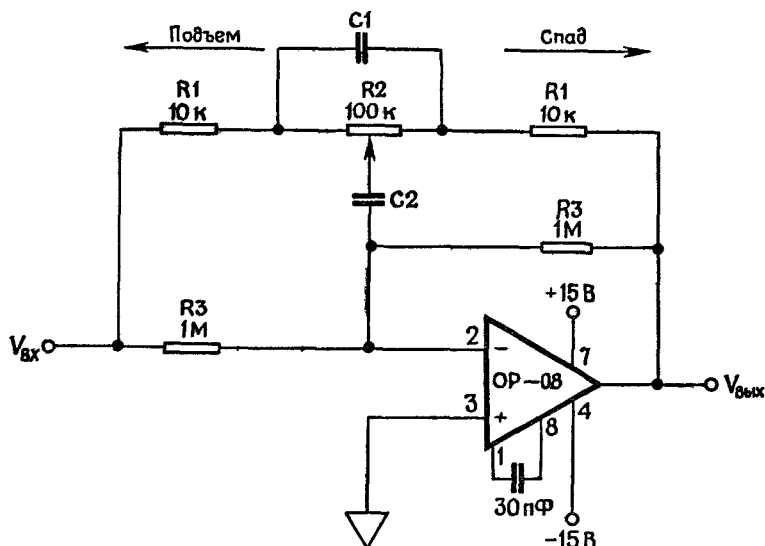
Для правого канала схема аналогична.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



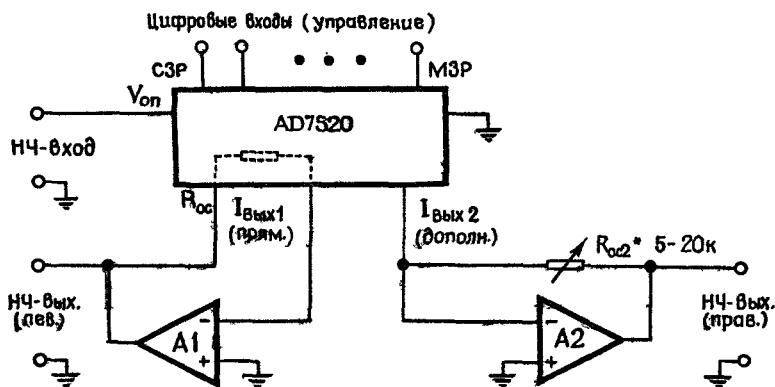
Стереодекoder.

Типовая схема подключения ИМС стереодекодера фирмы EXAR



Октавный эквалайзер.

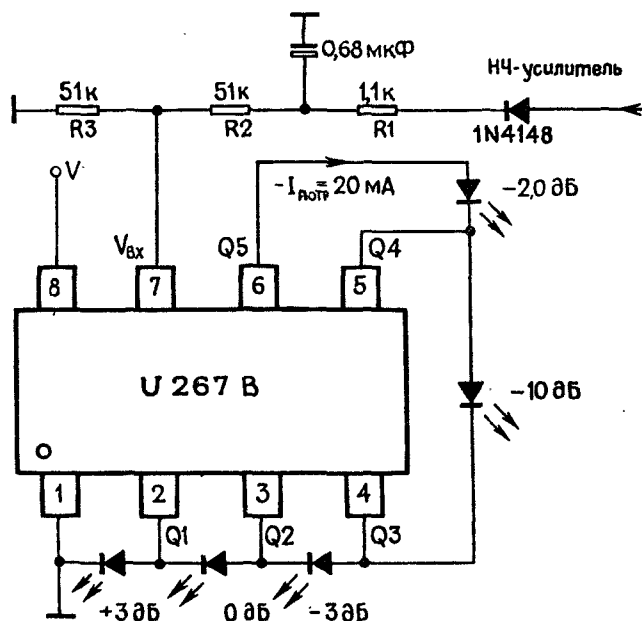
Можно использовать ОУ типа К153УД3.



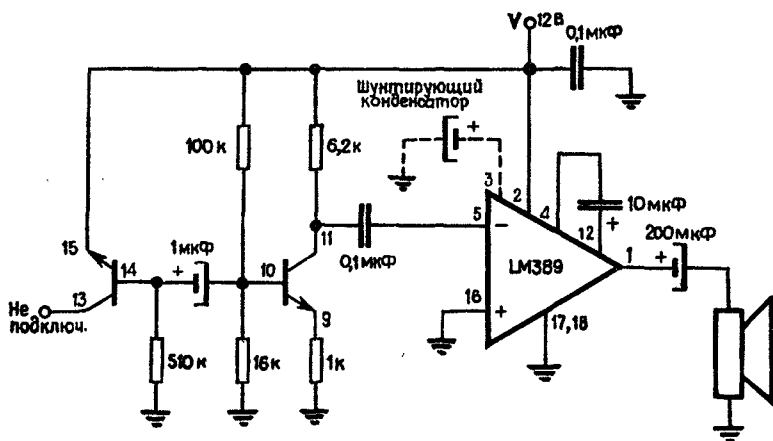
Упрощенная схема расщепления низкочастотного сигнала.

* Подстройка для получения одинакового сигнала на выходах при активном сигнале только на СЗР

Возможны замены: AD7520 → К572ВА1А; А1, А2 → К140УД7

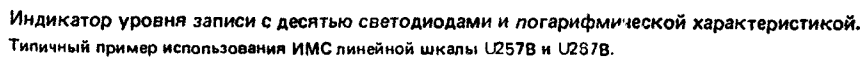


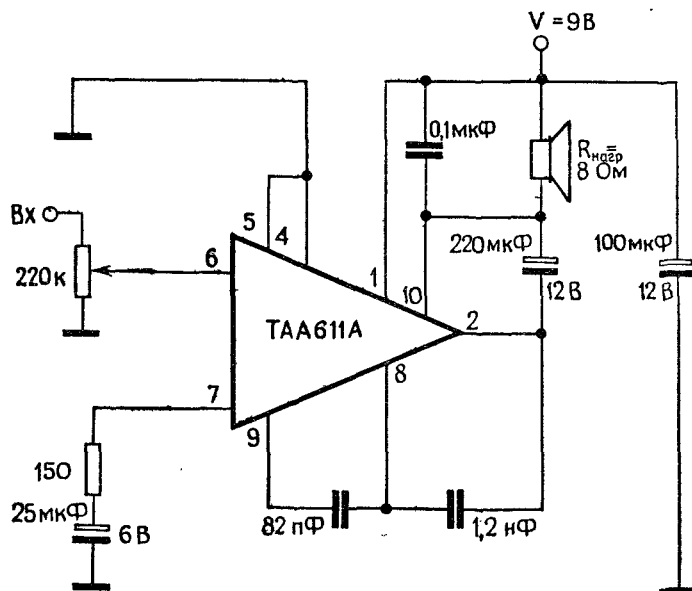
Индикатор уровня записи с пятью светодиодами и логарифмической характеристикой.
Возможны замены: 1N4148 → КД521А; светодиоды типа АЛ307Б, АЛ307В; U287В → ИМС линейной шкалы.



Генератор шума на $p-n$ -переходе.

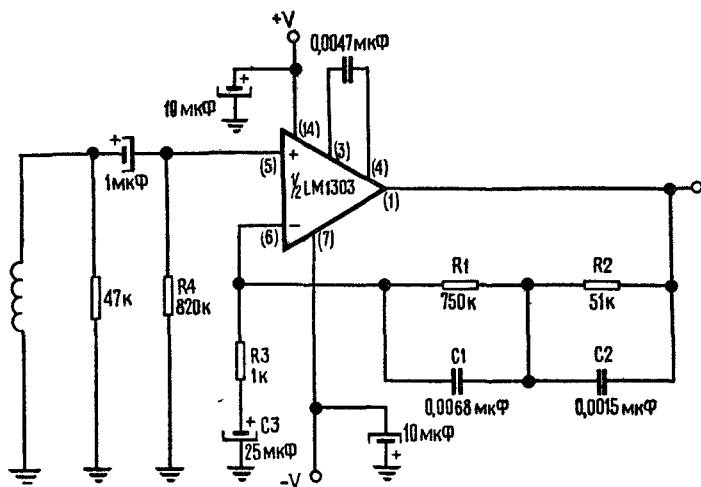
Можно использовать ИМС К174УН5 и транзисторную сборку типа КР198НТ1





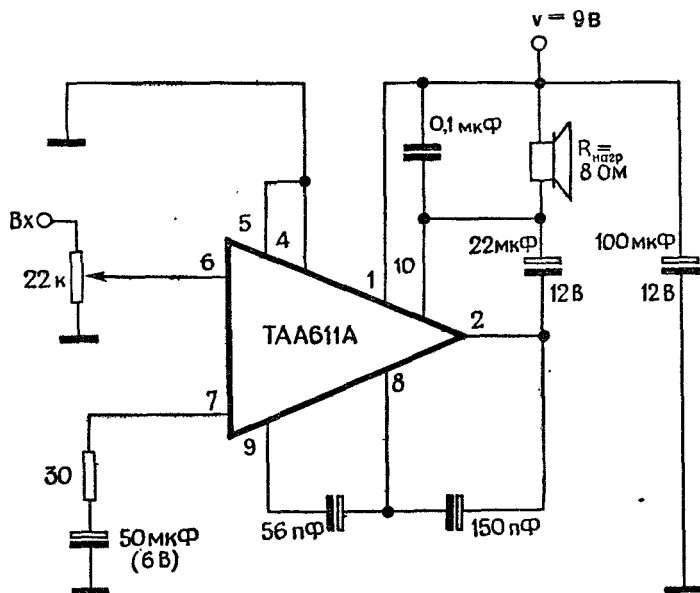
УНЧ для электрофона ($K_V = 34\text{дБ}$).

Можно использовать ИМС типа К174УН5 с типовыми цепями коррекции.



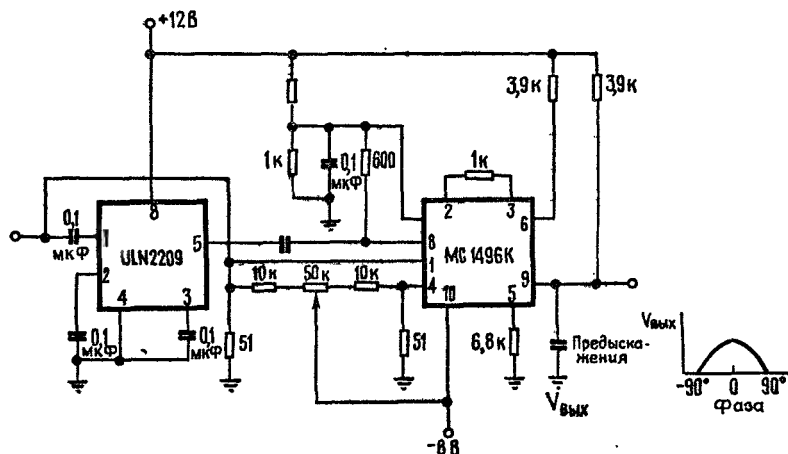
Предусилитель для электрофона на ИМС LM1303 (характеристика RIAA)

Можно использовать ИМС К548УН1А.



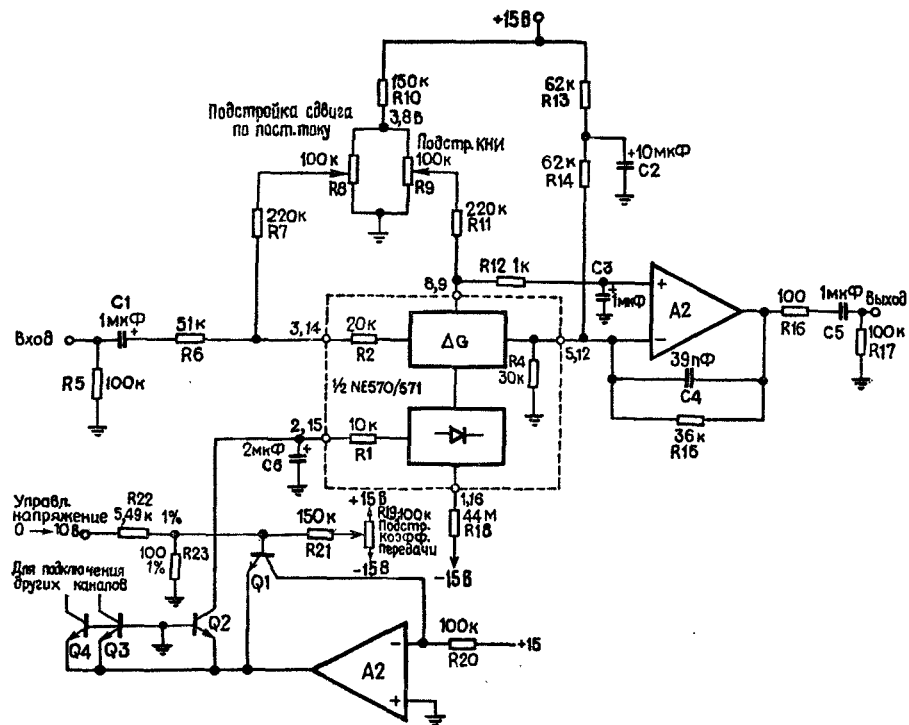
УНЧ для радиоприемника ($K_V = 48\text{дБ}$).

Можно использовать ИМС К174УН5 с типовыми цепями коррекции.



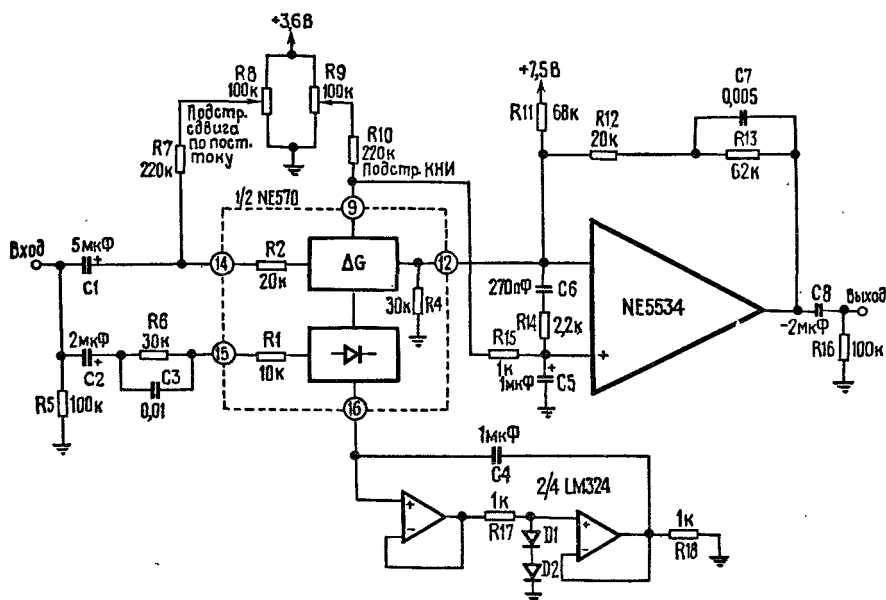
АМ-детектор.

Можно использовать ИМС К526ПС1.



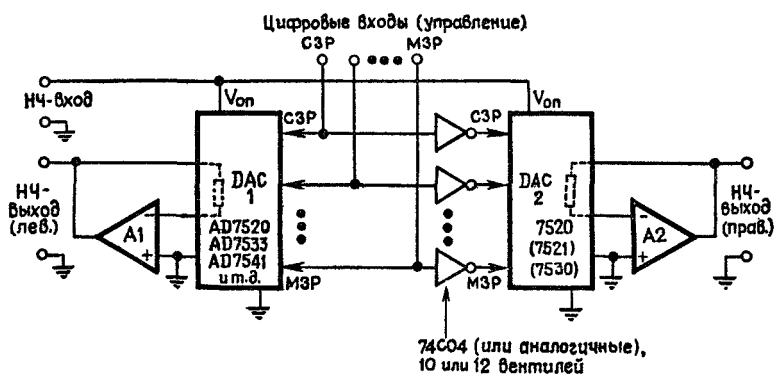
Аттенюатор, управляемый напряжением.

Можно использовать кремниевые маломощные транзисторы типа КТ342Б и ОУ типа К140УД7.
ИМС NE570/571 — компандер с динамическим диапазоном 110 дБ.



Hi — Fi-экспандер с компенсацией предискажений.

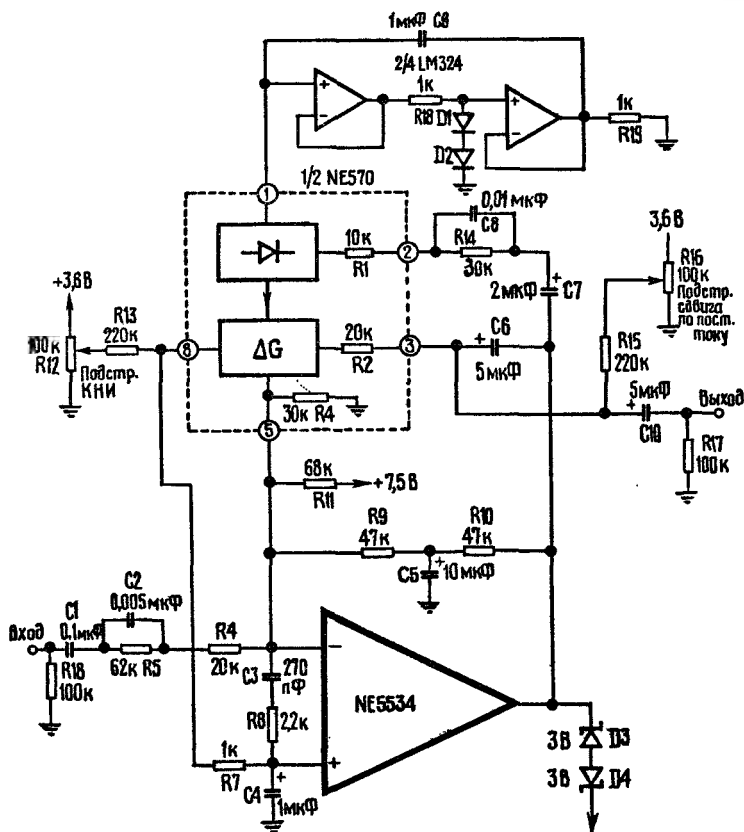
Возможны замены: LM324 → К1401УД2; NE5534 → К140УД14.



Расщепитель звукового сигнала с цифровым управлением.

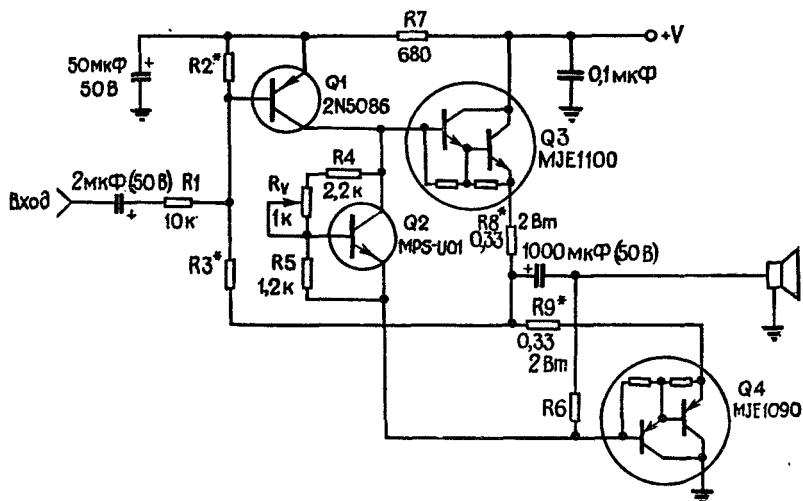
Если сигнал управления содержит только единицы, то работает только левый канал, если только нули, то работает только правый канал.

Возможны замены: AD7520 → К572ПА1А; 74C04 → К561ЛН1; А1 и А2 → ОУ общего назначения.



Hi-Fi-компрессор с введением предыскажений.

Возможны замены: LM324 → К1401УД2; NE5534 → К140УД14.



4-транзисторный УНЧ мощностью 15 – 20 Вт.

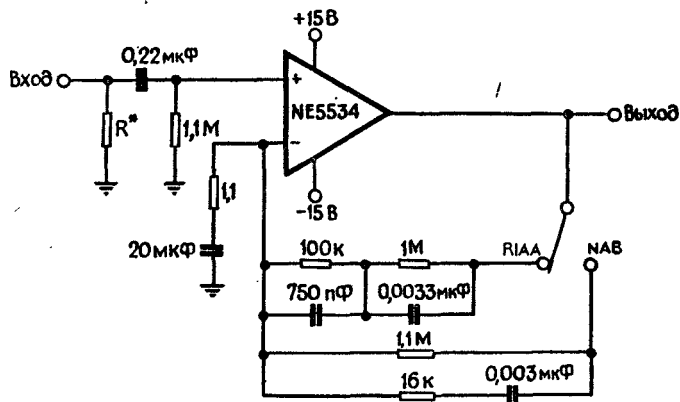
Пояснения

1. Минимальное тепловое сопротивление для транзисторов Q3 и Q4 при температуре окружающей среды 55° С и напряжении питания, увеличенном на 10%, следующее: 9,5° С/Вт для 15 Вт и 7,0° С/Вт для 20 Вт.

2. Все резисторы с допуском $\pm 10\%$, кроме отмеченных звездочкой (для них допуск равен $\pm 5\%$).

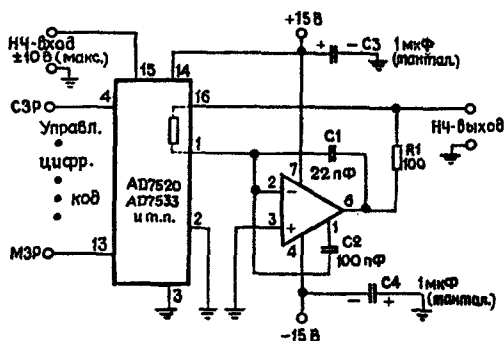
3. Все номиналы элементов схемы одинаковы для обоих вариантов (15 и 20 Вт).

Возможны замены: 2N5086 → КТ626; MPS-U01 → КТ608Б; MJ E1100 → КТ827А; MJ E1090 → КТ825Г



Предусилитель с компенсацией R1AA/NAB.

* Сопротивление выбирается так, чтобы обеспечить необходимую нагрузку преобразователя. Можно использовать ОУ типа К140УД14 или К157УД2.



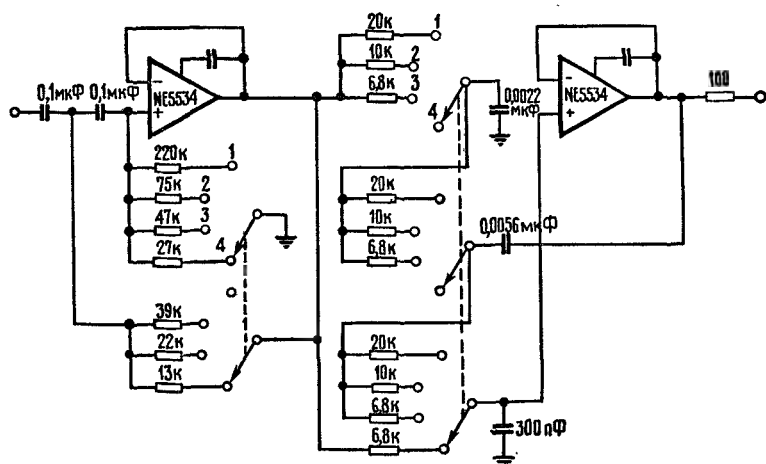
Дешевый высокочастотный регулятор усиления.

Входные коды для различных коэффициентов ослабления

Ослабление, дБ	Цифровые значения кодов N	
	для одного каскада	для двух каскадов
0	0,999	0,999
-1	0,891	0,944
-2	0,794	0,891
-3	0,708	0,841
-4	0,631	0,794
-5	0,562	0,750
-10	0,316	0,562
-15	0,178	0,422
-30	0,032	0,178
-40	0,010	0,100
-50	0,003	0,056
-60	0,001	0,032
-70	-	0,018
-80	-	0,010
-90	-	0,006

$$K_V = N; K_V \text{ (дБ)} = 20 \lg N, 0 \leq N \leq 0,999.$$

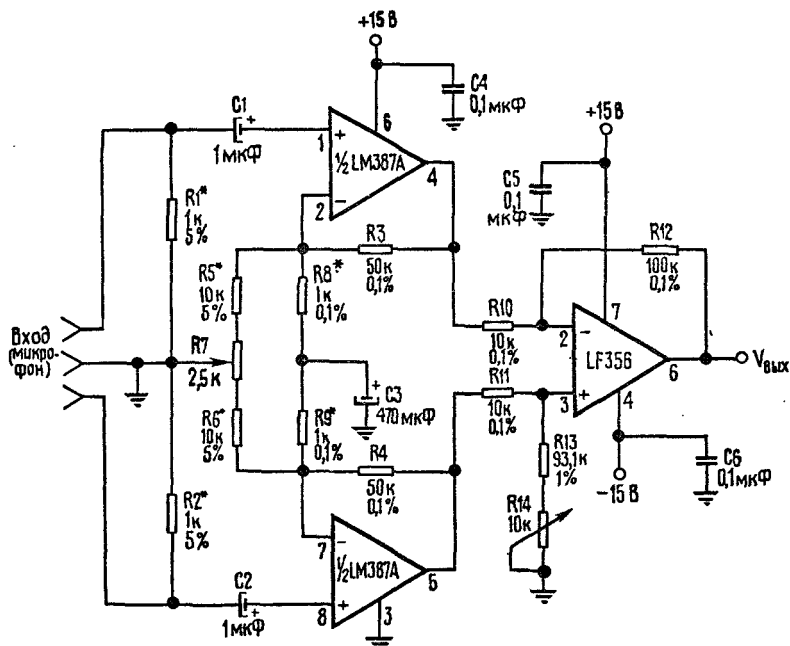
Возможны замены: AD7520 → К572ПА1А; ОУ → типа К553УД1А.



Фильтр "роко́т/шум".

Рокот		Шумы	
Положение переключателя	Частота, Гц	Положение переключателя	Частота, кГц
1	Плоская характеристика	1	5
2	30	2	10
3	50	3	15
4	80	4	Плоская характеристика

Можно использовать ОУ типа К140УД14, К157УД2 и К551УД2



Малозумящий бестрансформаторный балансируемый микрофонный предусилитель.

*Металлопленочные резисторы.

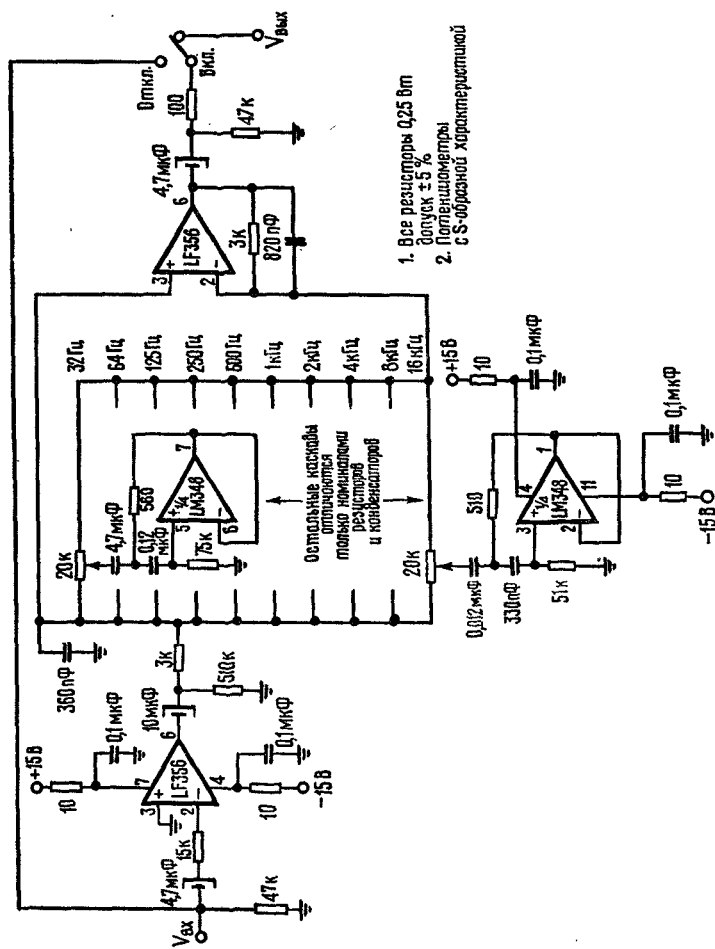
Пояснения

1. $K_v = 54$ дБ.

2. Подстройкой R7 можно получить $V_{\text{вых}} = 0$, а подстройкой R14 — максимальный КОСС.

3. Шумы не превышают 63 дБ при входном напряжении ~ 2 мВ, КНИ $\leq 0.1\%$.

Возможны замены LM387A $\rightarrow$ K548УН1А; LF356 $\rightarrow$ КР140УД18.



Полная схема десятиполосного октавного эквалайзера.
Возможны замены: LF356 → KP140YД18; LM348 → K1401YД2.

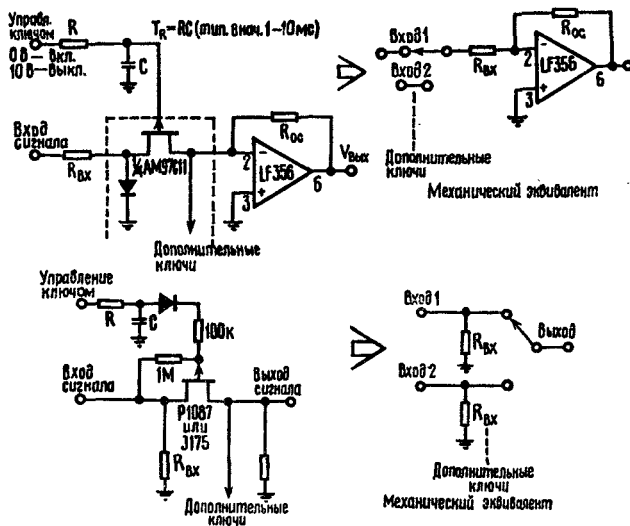
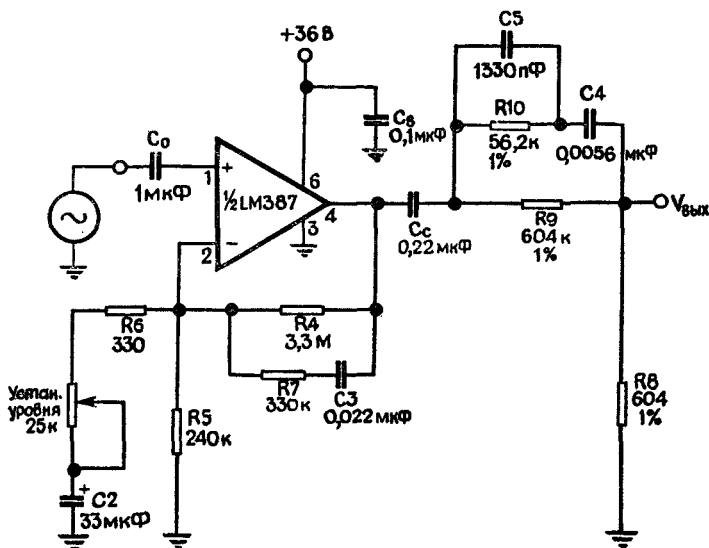


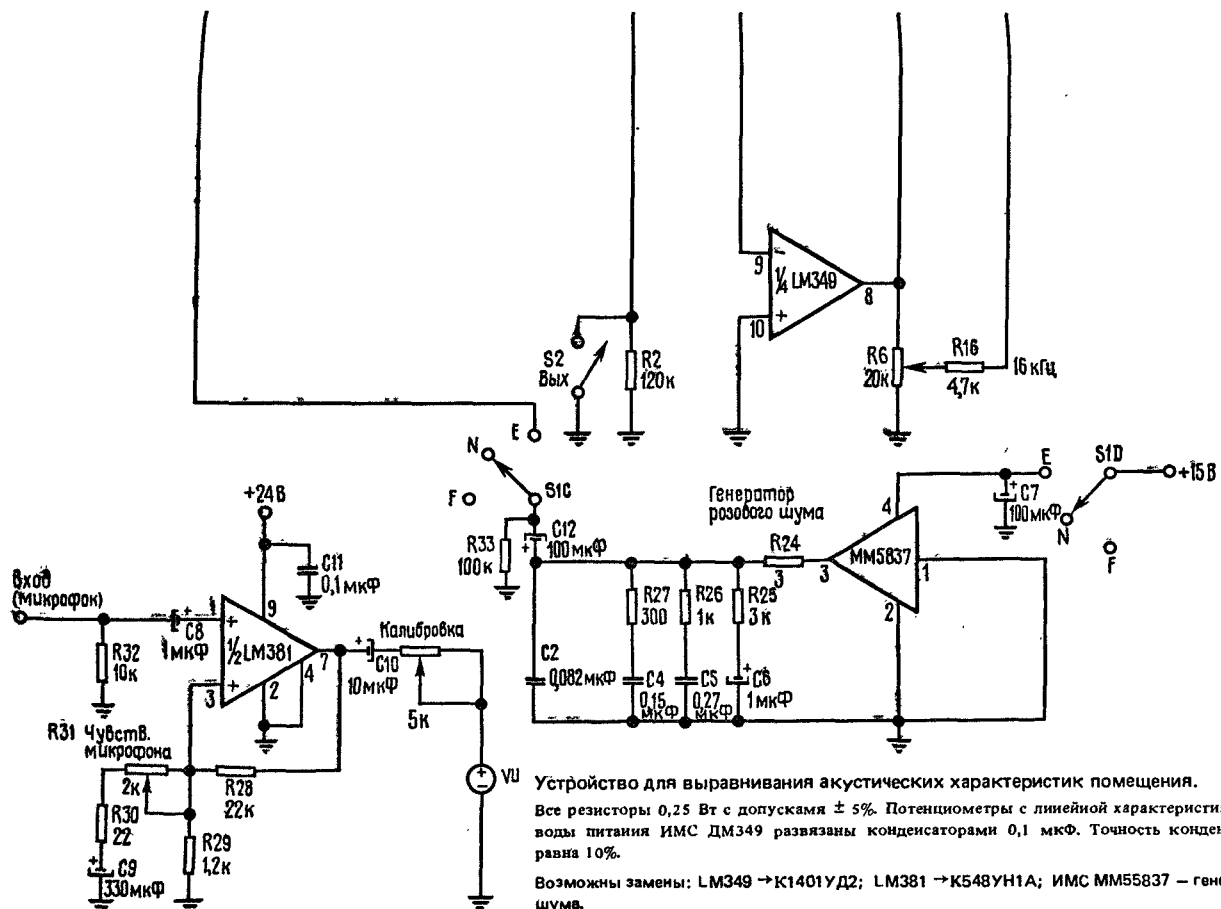
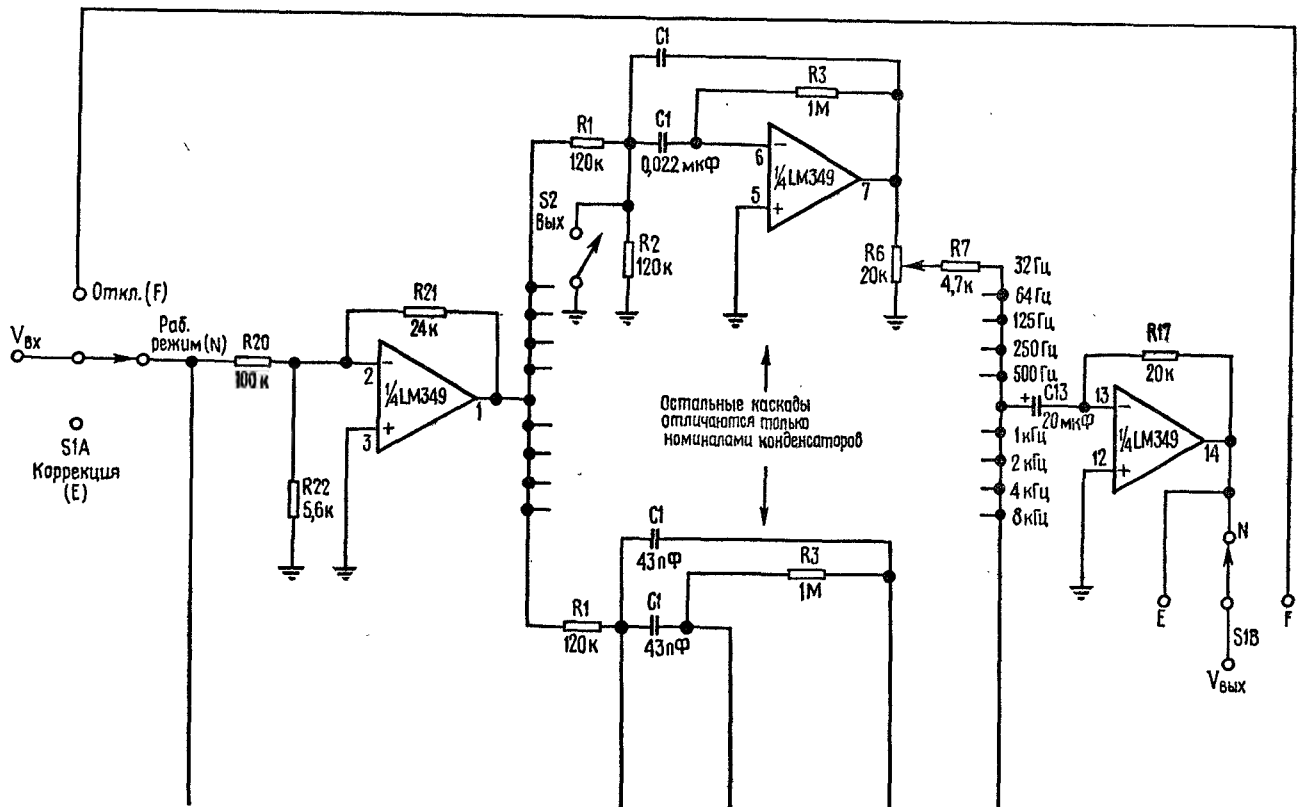
Схема аналогового ключа напряжения (с малыми помехами).

Возможны замены: AM97C11 → K561KT1; LF356 → КР140УД18; диод → КД521А.



Генератор инверсной характеристики RIAA.

Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении)



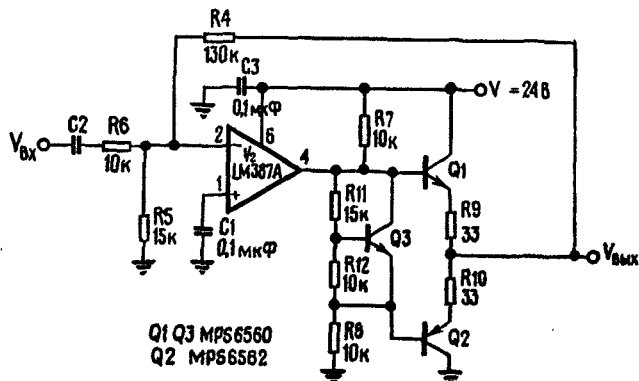
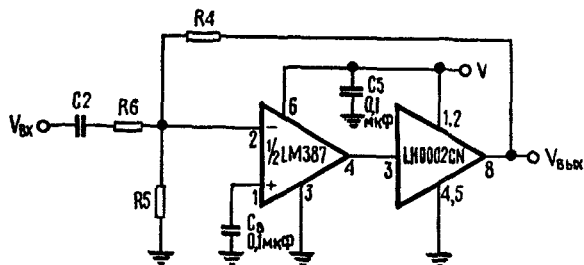
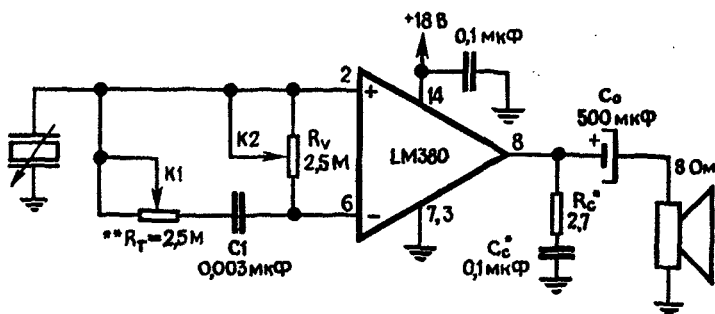


Схема усилителя тока с дискретными элементами.

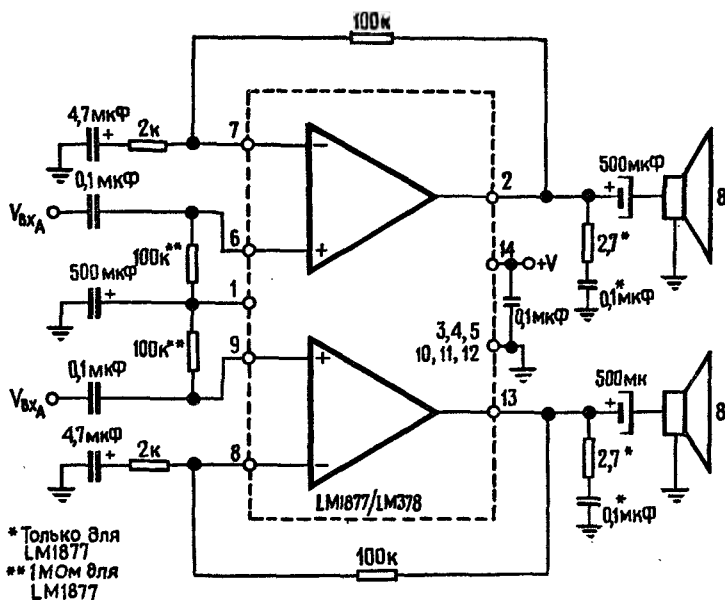
Возможны замены: LM387 → К548УН1А (в типовом включении); MPS6560 → КТ625А; MPS6560 → КТ625А; MPS6562 → КТ626.



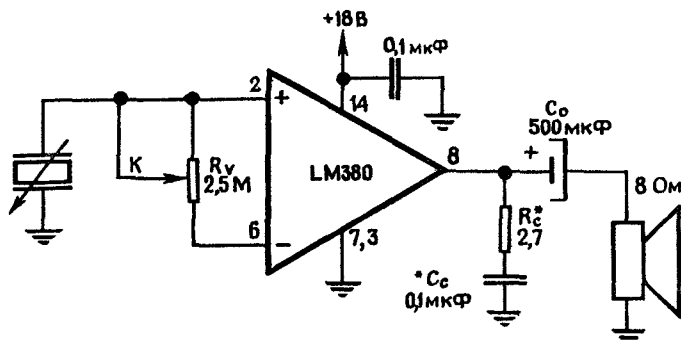
“Синфазные” схемы регулировки громкости и тембра.

* Для улучшения стабильности при больших токах нагрузки.

** Регулятор громкости (10% R_T или 50% угла поворота потенциометра).

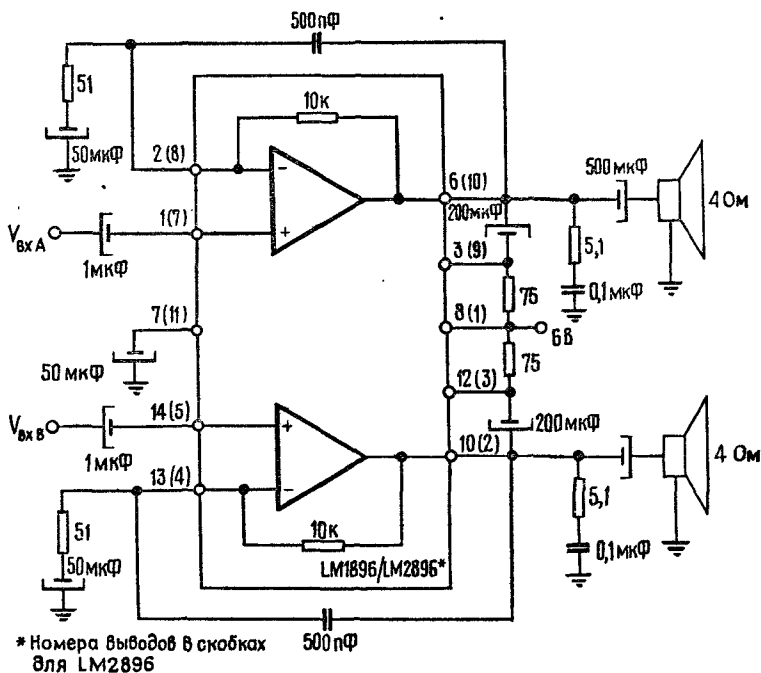


Неинвертирующий стереоусилитель.

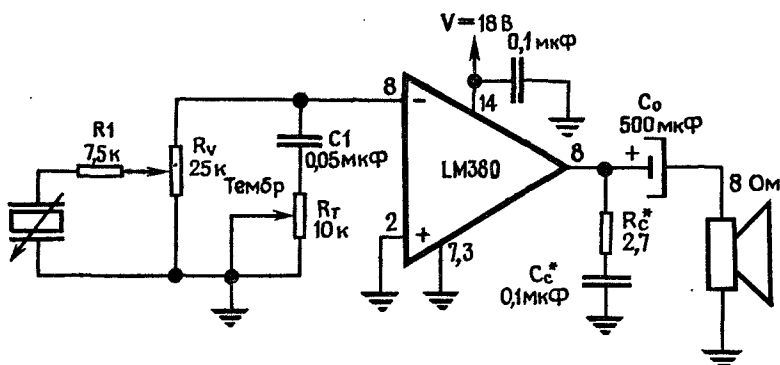


Синфазная" схема регулировки громкости.

Для улучшения стабильности при больших токах нагрузки.



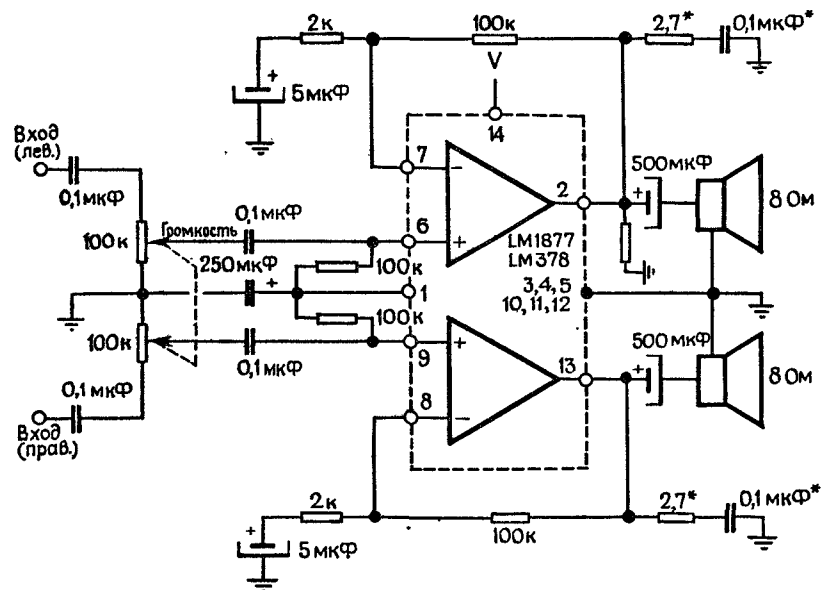
Низковольтный стереоусилитель.



Усилитель для керамического звукоснимателя.

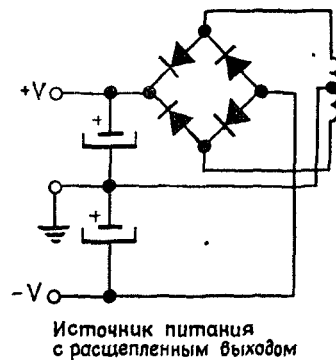
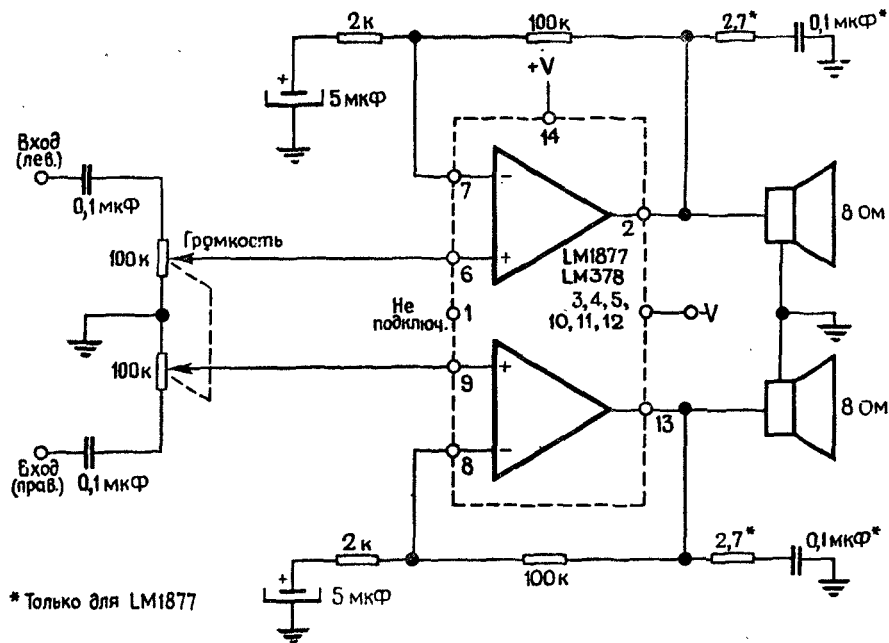
* Для улучшения стабильности при больших токах нагрузки.

При снижении напряжения питания до 12 В можно применить К174УН5 (в типовом включении)

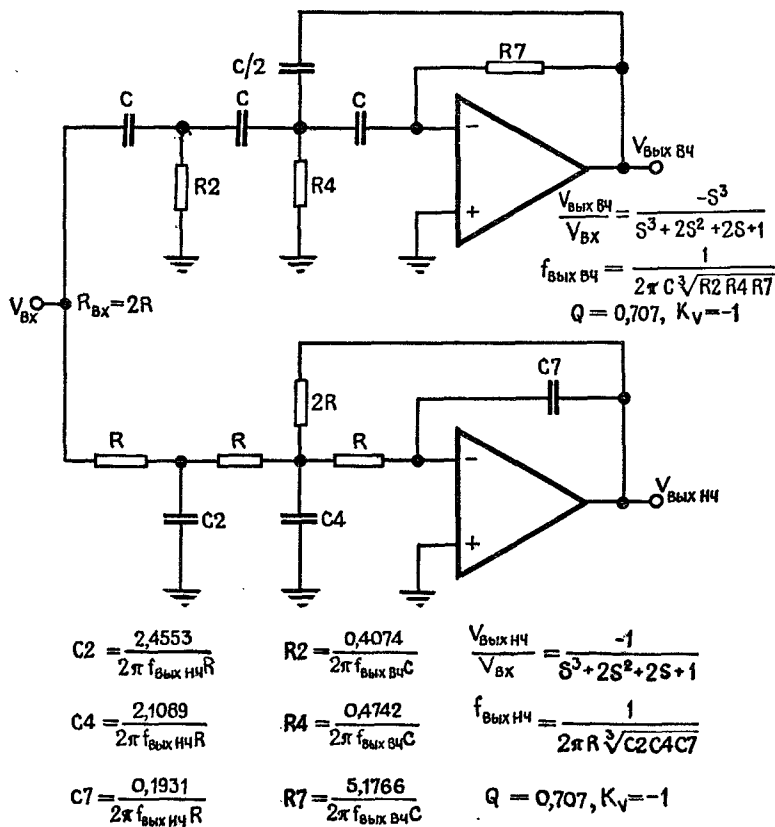


* Только для LM1877

Неинвертирующий усилитель с одним источником питания.

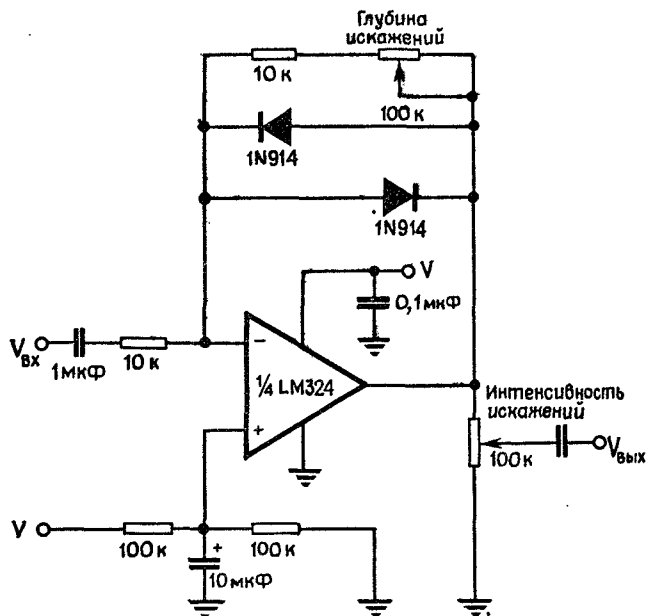
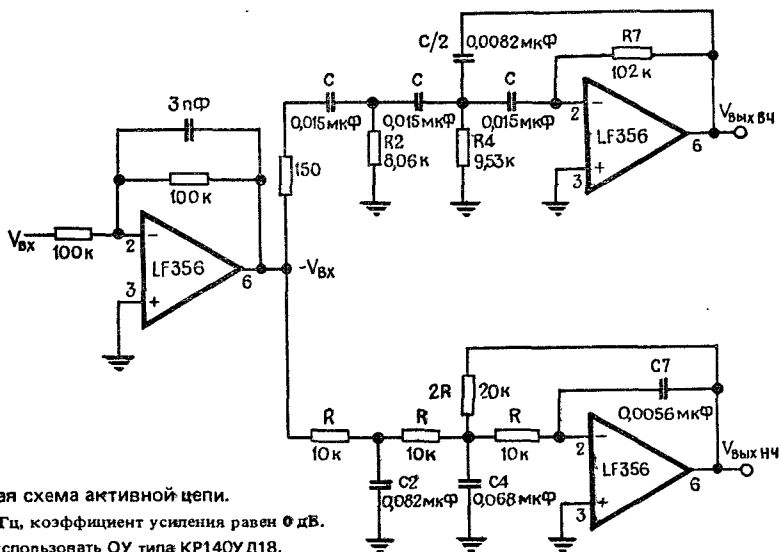


Неинвертирующий усилитель с расщепленным источником питания.



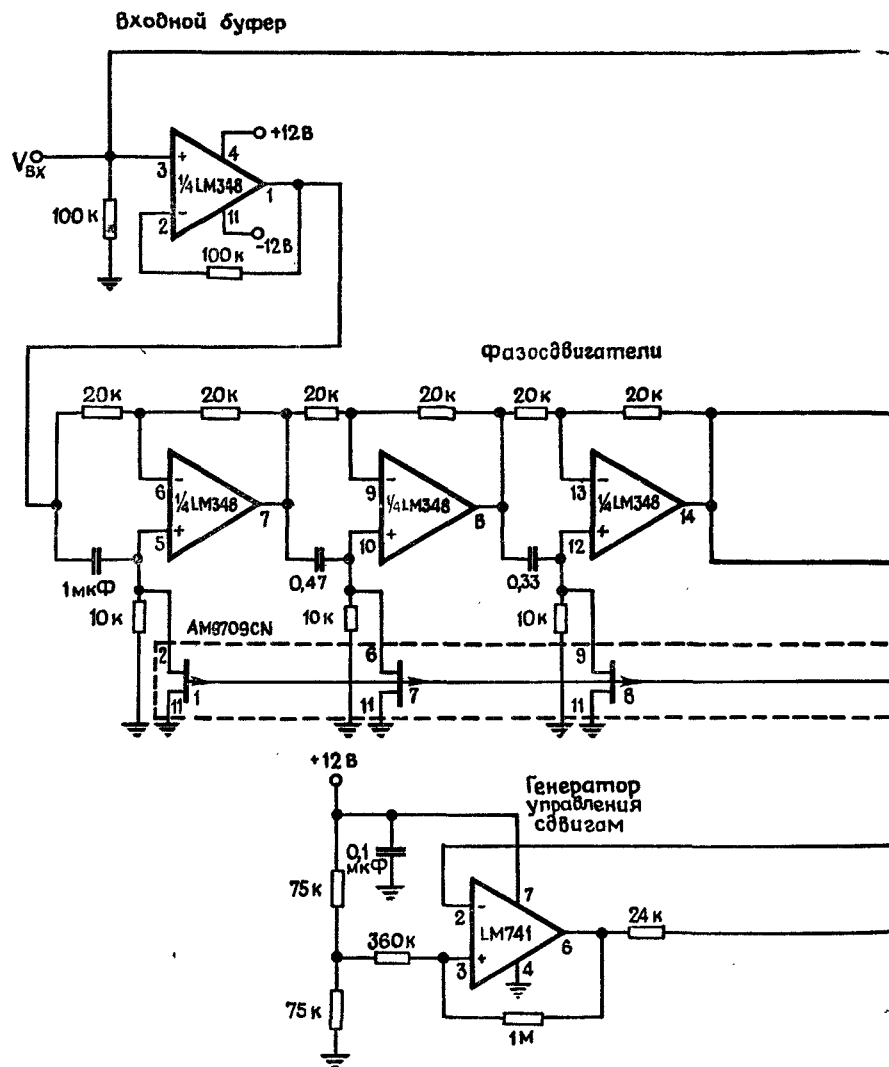
Цепи Баттерворта 3-го порядка.

Можно использовать любые ОУ общего назначения.



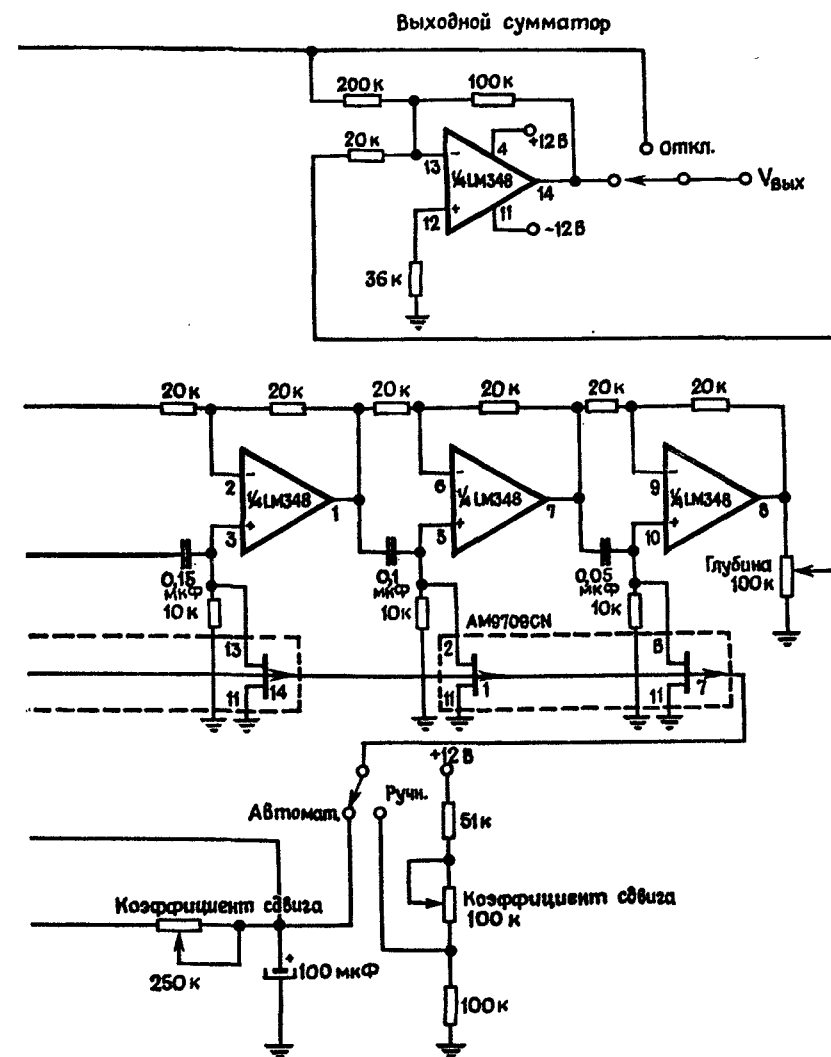
Фаззер.

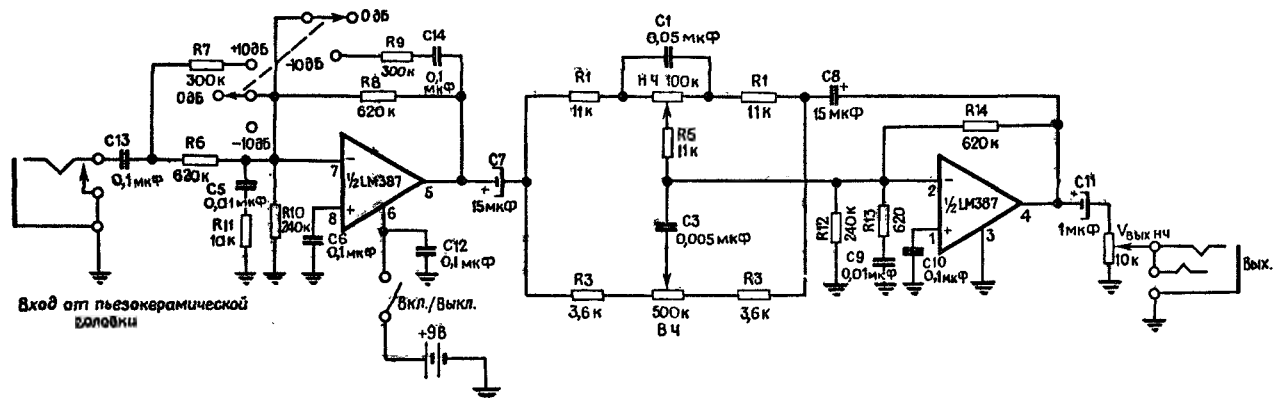
Можно использовать ОУ типа К1401УД2 и диоды КД521А.



Фазосдвигатель.

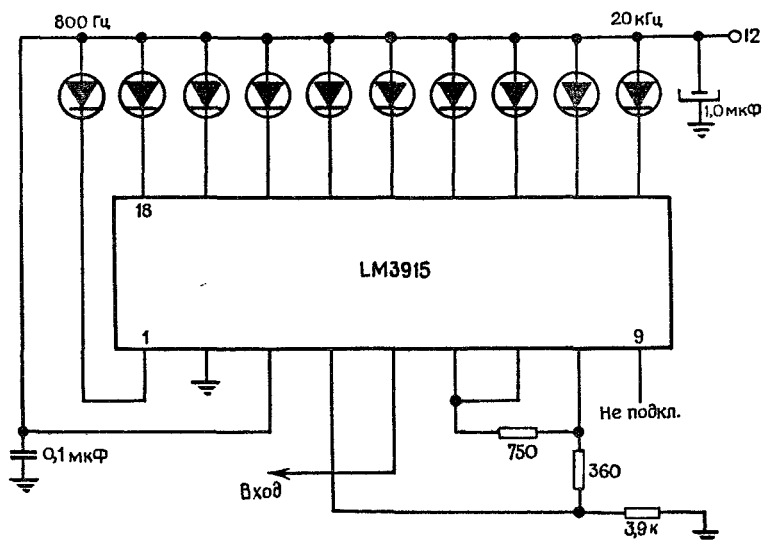
Возможны замены: LM348 → К1401УД2; LM741 → К140УД7.





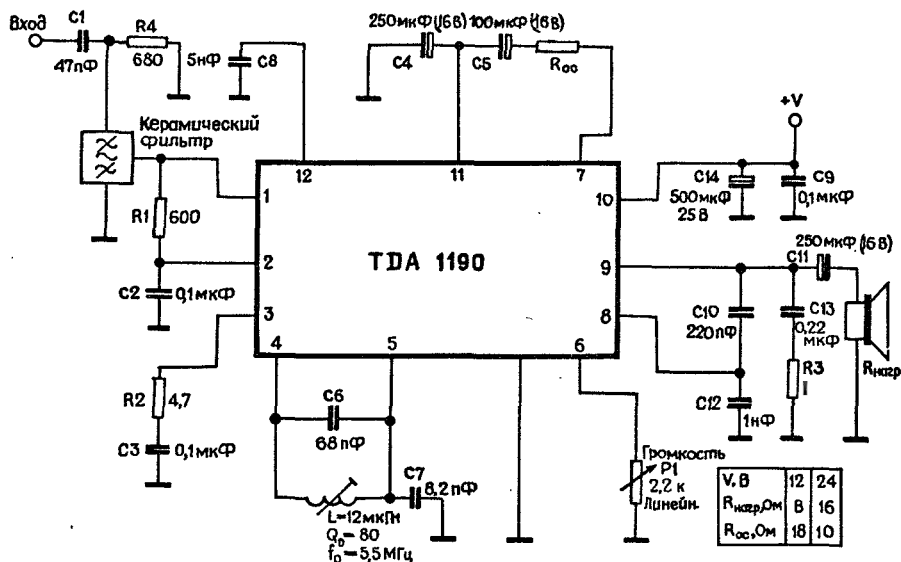
Чувствительный предусилитель для акустических датчиков.

Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении)



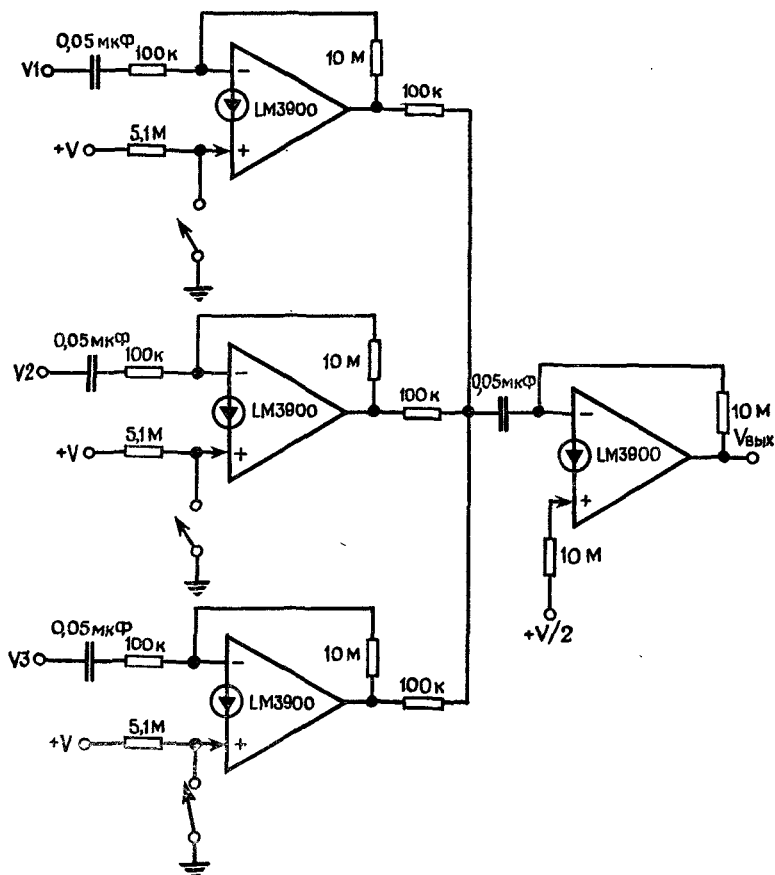
Индикатор ширины полосы звукового сигнала.

Приведена только часть схемы, содержащая ИМС линейной шкалы.

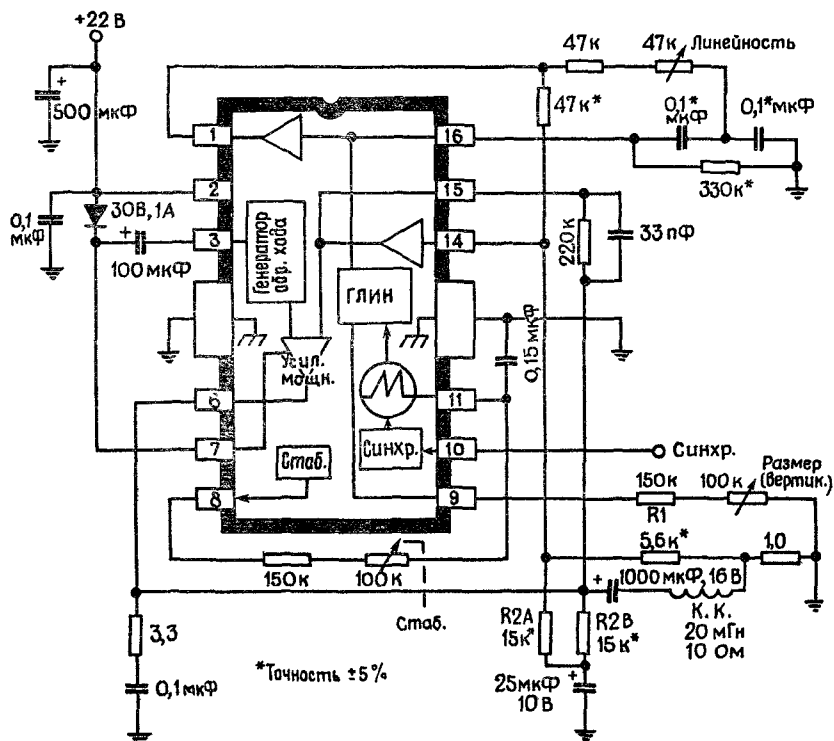


Звуковой тракт телевизионного приемника.

Типовая схема включения ИМС фирмы SGS.



Селектор каналов, управляемый постоянным током (или микшер).
 В схеме используются усилители Нортон. Можно применить ИМС типа К1401УД1.



Модуль кадровой развертки на ИМС ULN-2270/TDA1170 (типичное применение в черно-белых телевизорах с большим экраном).

Можно использовать ИМС К174ГЛ1.

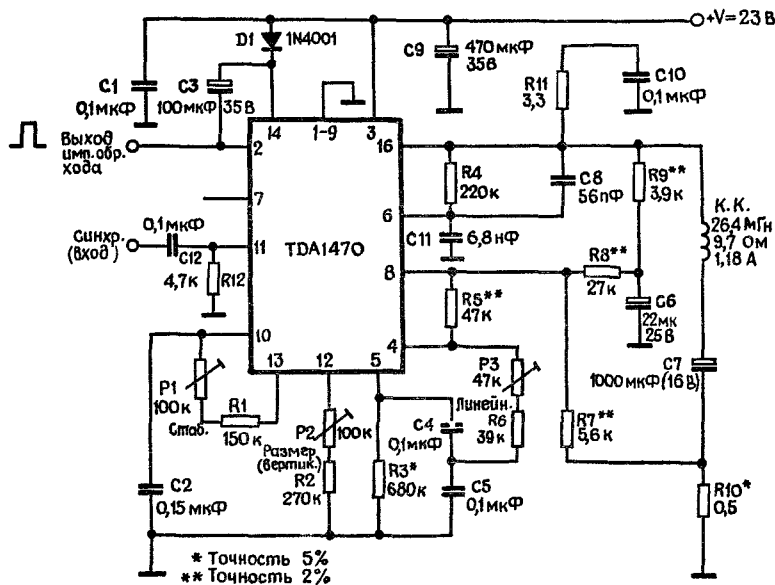
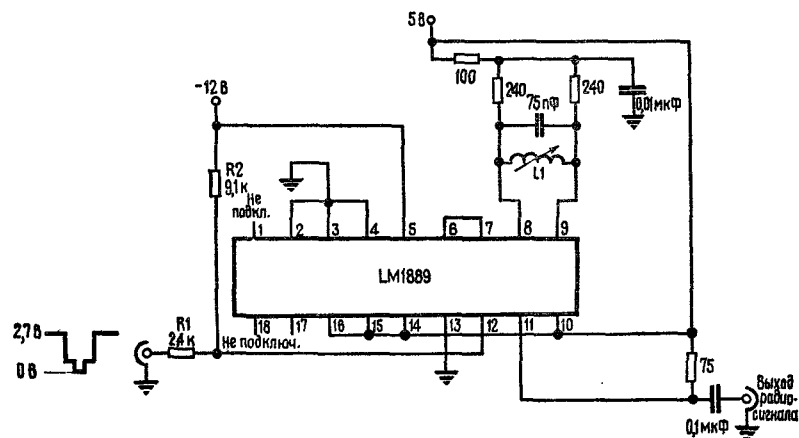


Схема вертикального отклонения для кинескопов размером 87 см и углом отклонения 110° с последовательным соединением отклоняющих катушек.



Недорогой модулятор для дисплея генератора символов.

Используется специальная ИМС модулятора фирмы National Semiconductors.

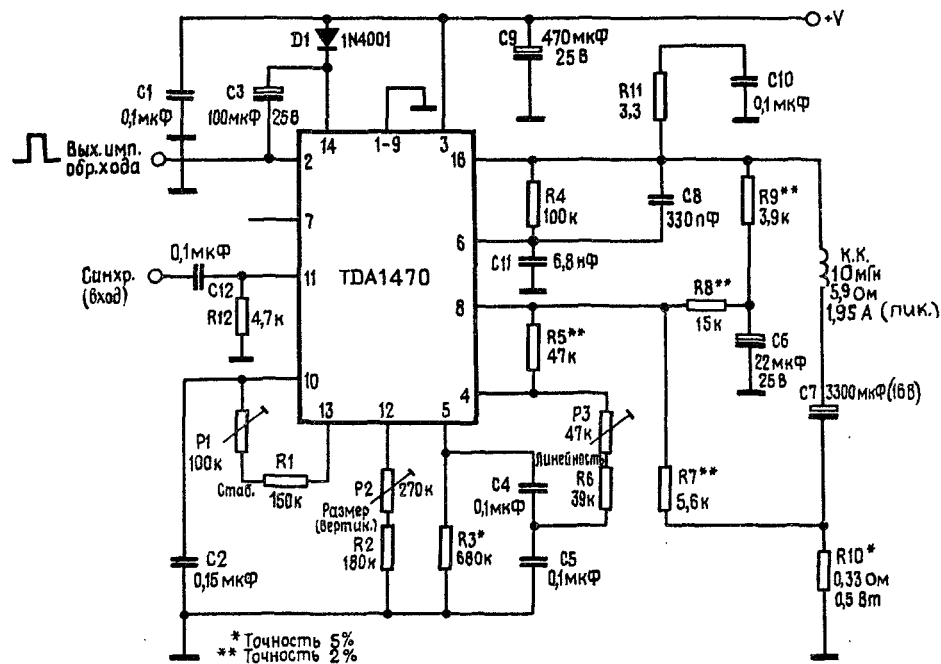


Схема вертикального отклонения для цветных телевизоров с большим экраном (110°).

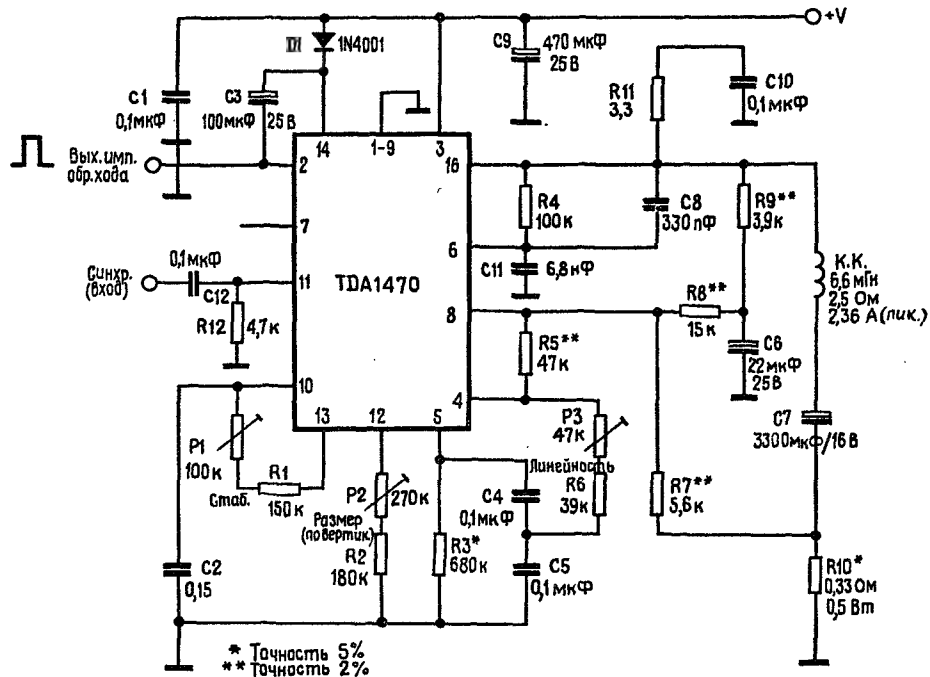


Схема вертикального отклонения для кинескопов размером 67 см и углом отклонения 110° с параллельным соединением отклоняющих катушек.

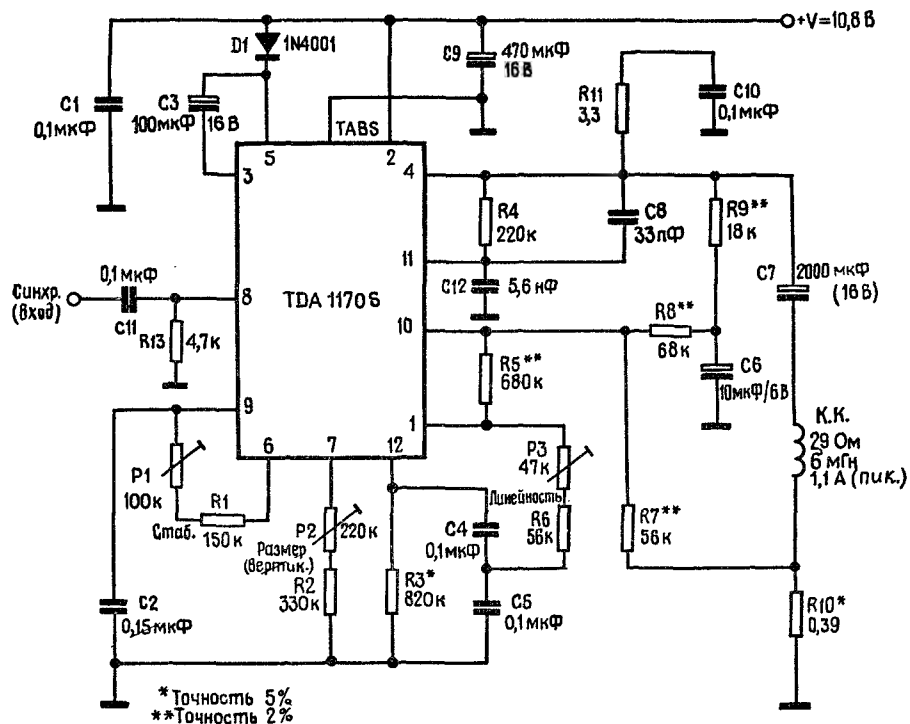
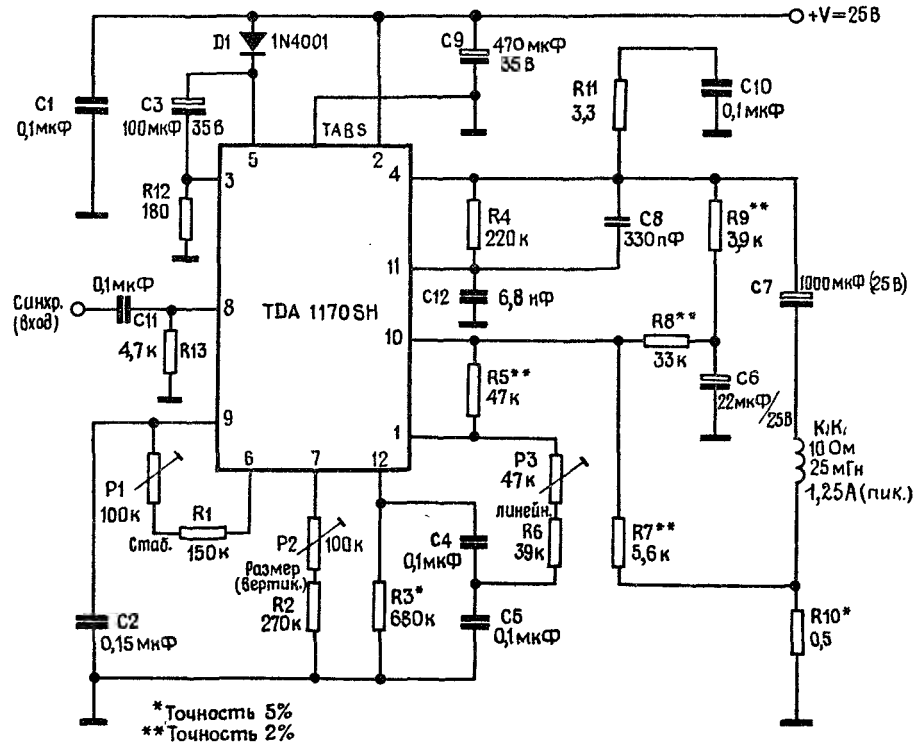
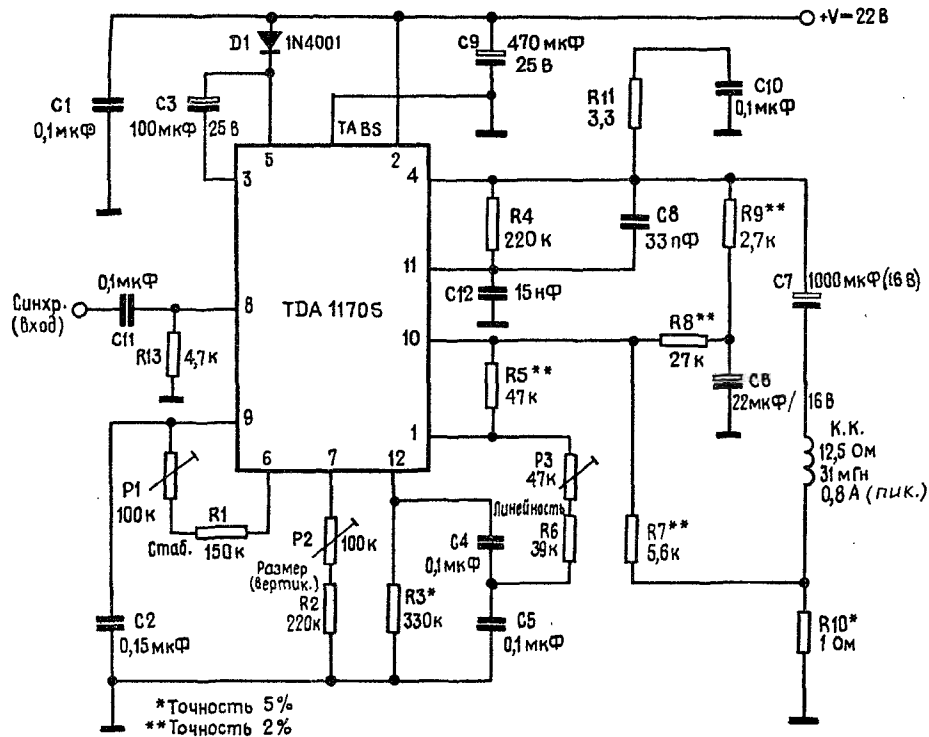


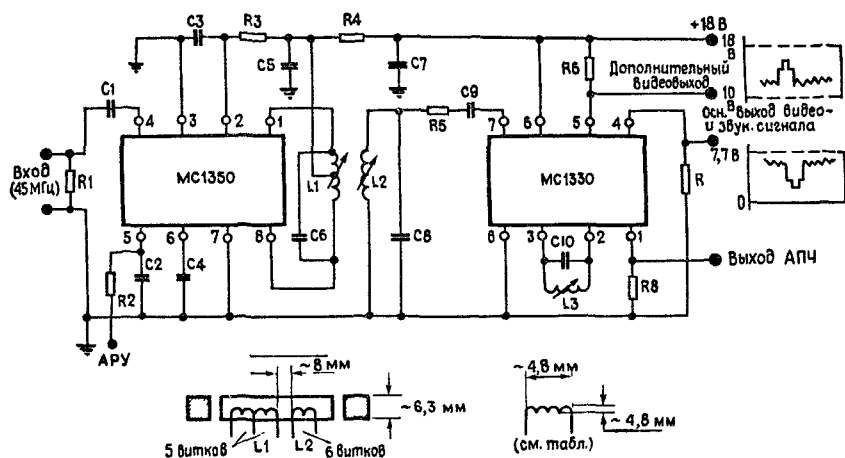
Схема вертикального отклонения для черно-белых телевизоров с малым экраном.



Типичная схема вертикального отклонения для цветного телевизора с большим экраном (угол отклонения 110°, кинескоп с самосвечением).



Типичная схема вертикального отклонения для цветного телевизора с малым экраном.



Типичная схема УПЧ (MC1350) и чувствительного видеодетектора (MC1330)

Катушка L3 намотана из провода диаметром 0,46 мм в изоляции из нейлоновой нити; подстройка осуществляется за счет деформации витков обмотки. Все остальные обмотки намотаны из провода диаметром 0,31 мм в изоляции из нейлоновой нити, подстройка осуществляется с помощью сердечников из материала с высокой магнитной проницаемостью (дифференциальный трансформатор Coil Craft № 4786).

$C1 = 1$ нФ, $C2 = 2$ нФ, $C3 = 2$ нФ, $C4 = 2$ нФ, $C5 = 2$ нФ, $C7 = 0,1$ мкФ; $C9 = 68$ пФ. Значения $C6$, $C8$ и $C10$ приведены в таблице ниже.

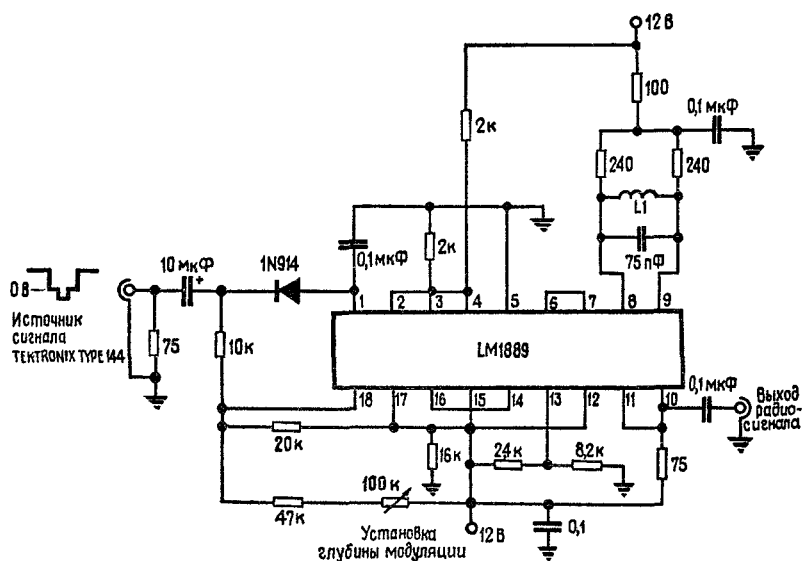
$R1 = 50$ Ом, $R2 = 5$ кОм, $R3 = 410$ Ом, $R4 = 220$ Ом, $R5 = 22$ Ом, $R6 = 33$ кОм, $R7 = 3,9$ кОм, $R8 = 3,9$ кОм.

Таблица значений элементов

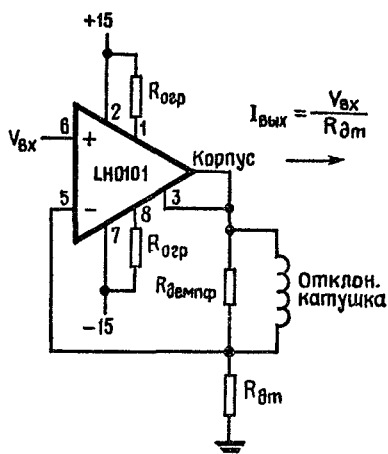
Элемент	36 МГц	45 МГц	58 МГц
C6, пФ	34	15	10
C8, пФ	43	12	10
C10, пФ	33	33	18
L3, витки	12	10	10

Все пикофардовые конденсаторы — слюдяные с посеребренными обкладками, остальные — керамические. Все резисторы — 0,25 Вт и с точностью $\pm 10\%$.

Типовая схема включения ИМС MC1350/1330 фирмы Motorola

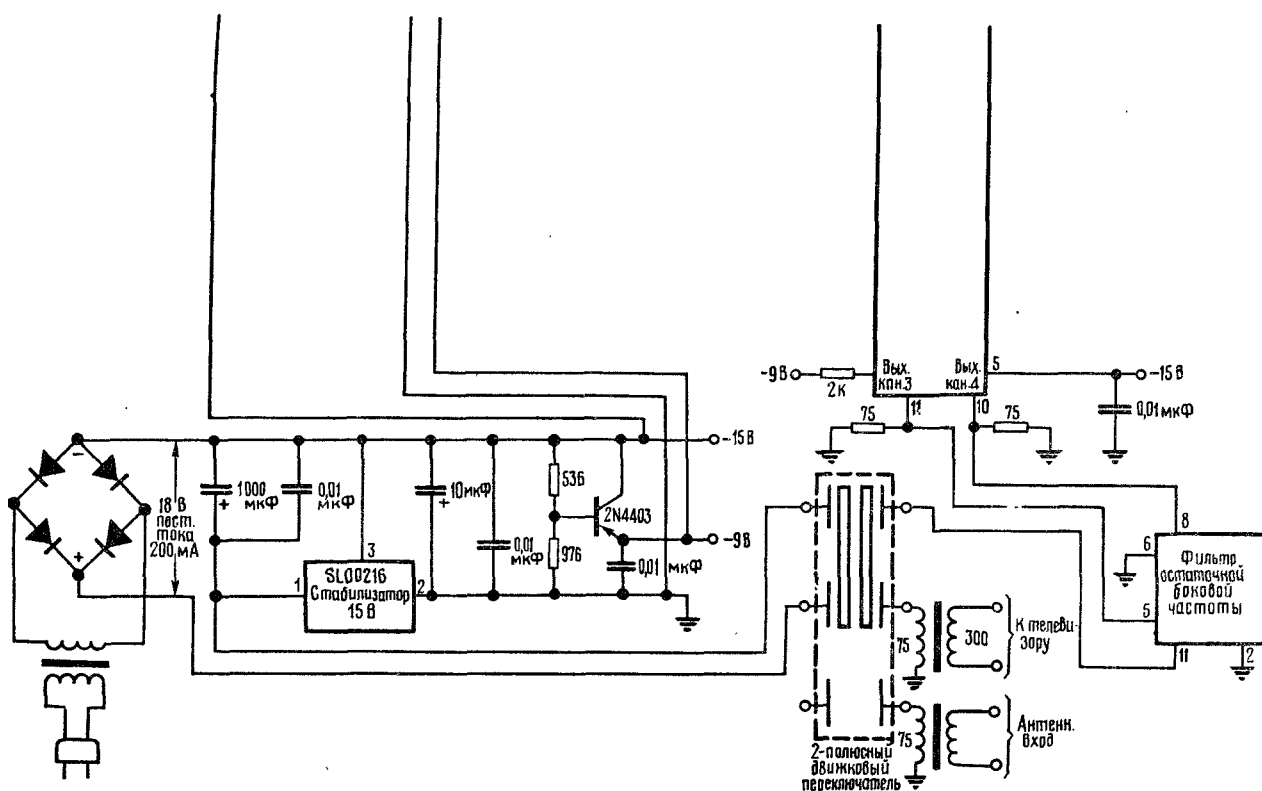


Модулятор с восстановлением постоянной составляющей для генератора испытательного сигнала NTSC.



Усилитель для отклоняющей катушки ЭЛТ.

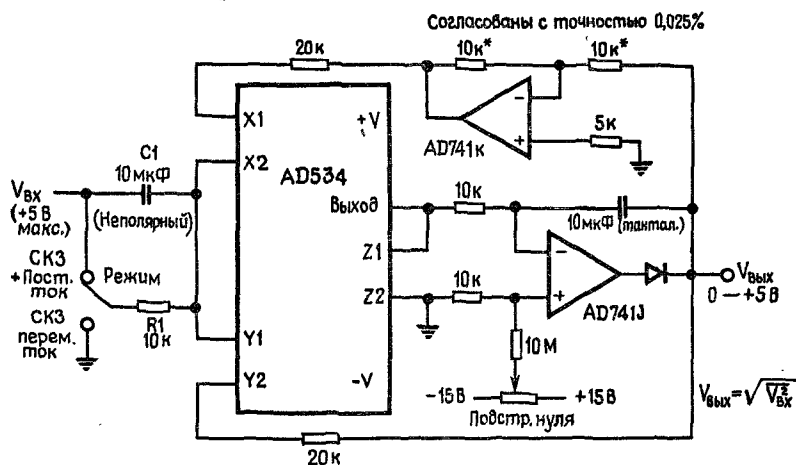
Можно использовать ОУ с отдельным выходным каскадом для увеличения мощности.



Простая схема видеоприставки к телевизору, реализованная на специальных ИМС.

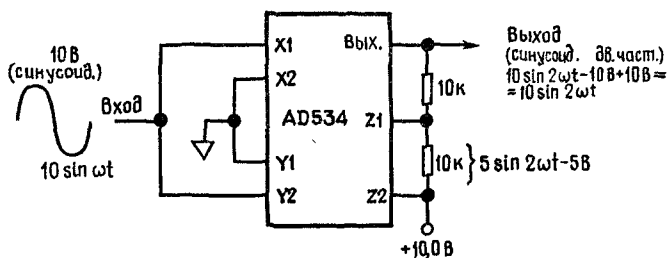
Глава 11

Преобразователи и удвоители



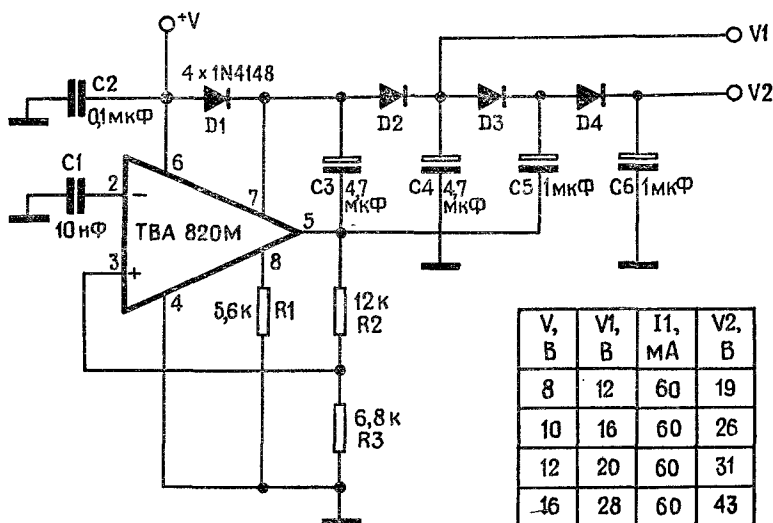
Широкодиапазонный преобразователь "среднеквадратичное значение — постоянный ток" с высокой перегрузочной способностью.

Возможны замены: AD534 → K525PC3; AD741 → K140UD16.



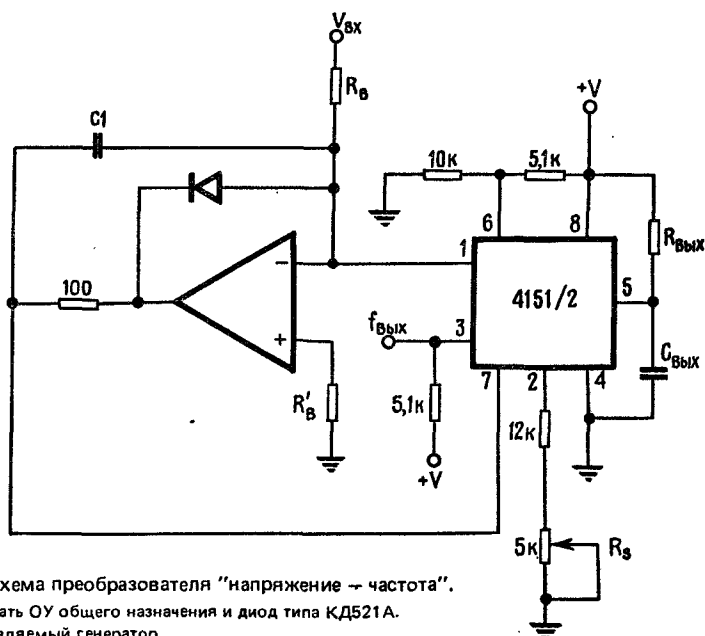
Удвоитель частоты.

Можно использовать перемножитель К525ПСЗ.



Преобразователь постоянного тока на 1,5 Вт ($f = 40$ кГц).

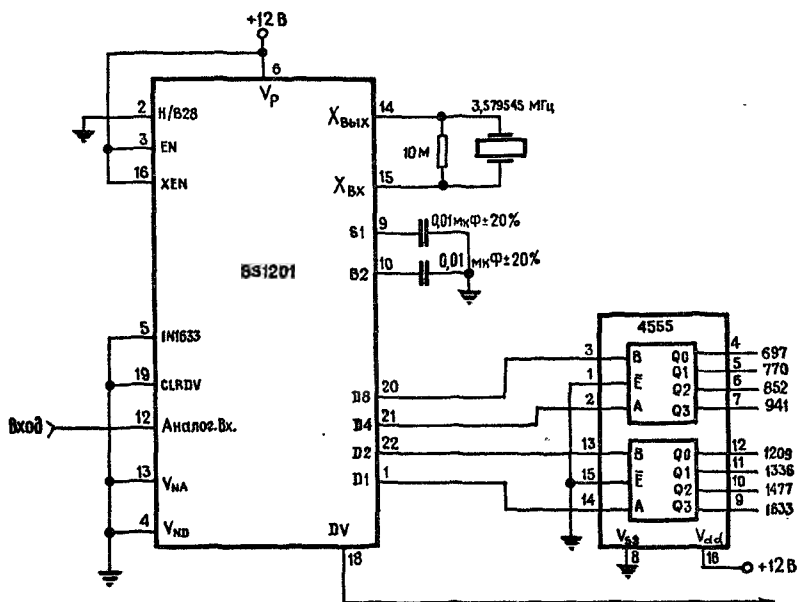
Можно использовать ИМС К174УН7 со стандартными цепями коррекции и диоды типа КД521А.



Прецизионная схема преобразователя "напряжение → частота".

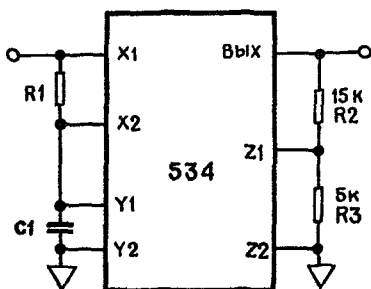
Можно использовать ОУ общего назначения и диод типа КД521А.

ИМС 4151 — управляемый генератор.



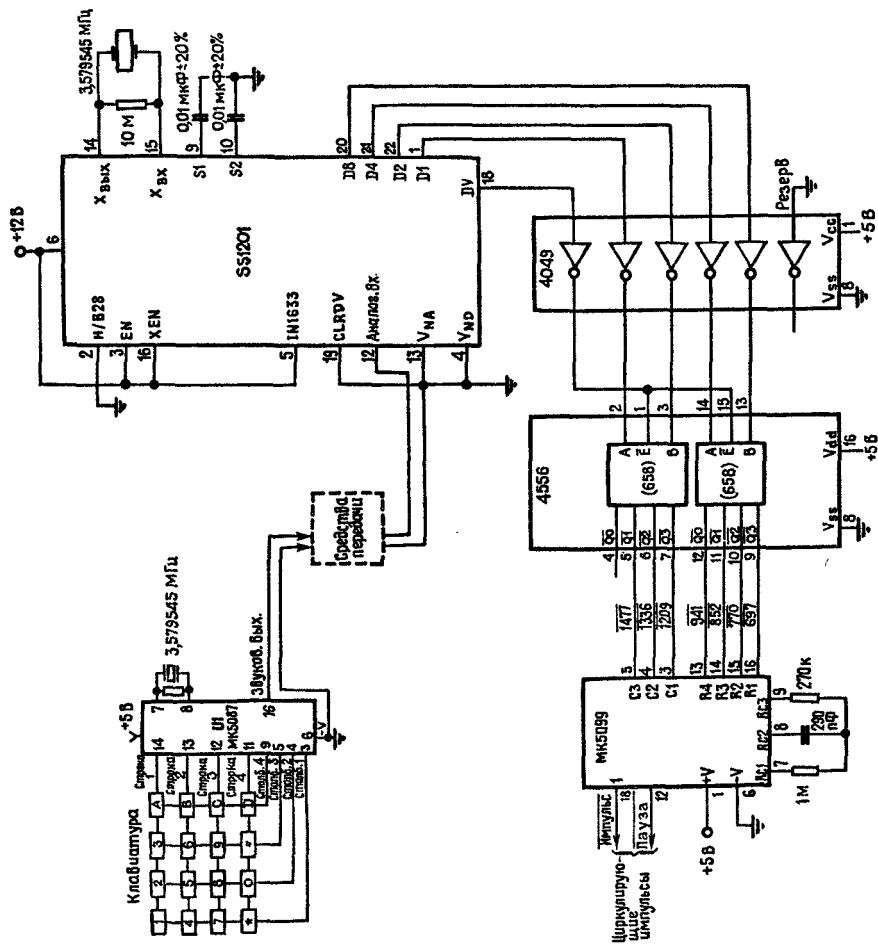
Преобразователь спектра частот с восемью выходами.

Применена специальная ИМС вокодера.

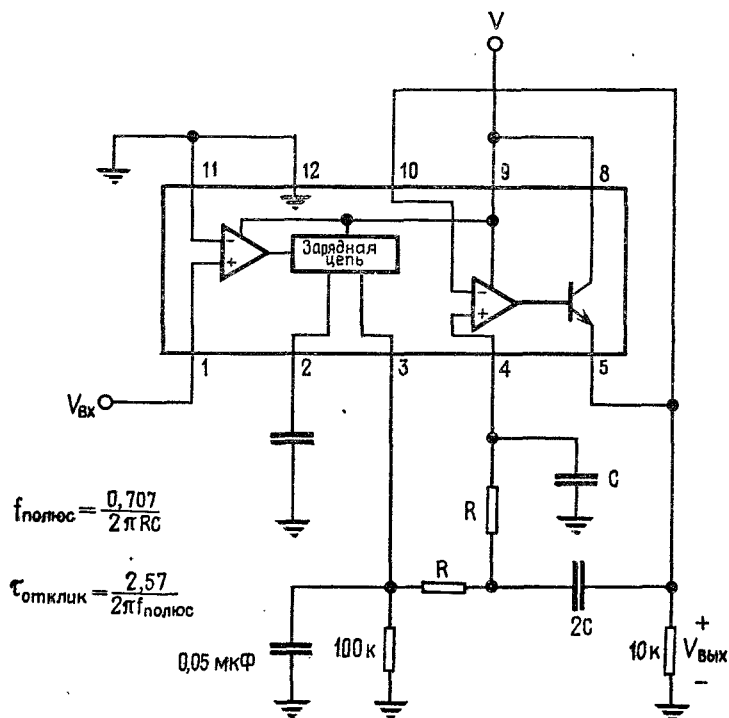


"Незвенящий" удвоитель частоты.

Можно использовать ИМС типа К525ПС3.



Преобразователь спектра частот в циклическую последовательность кодов.

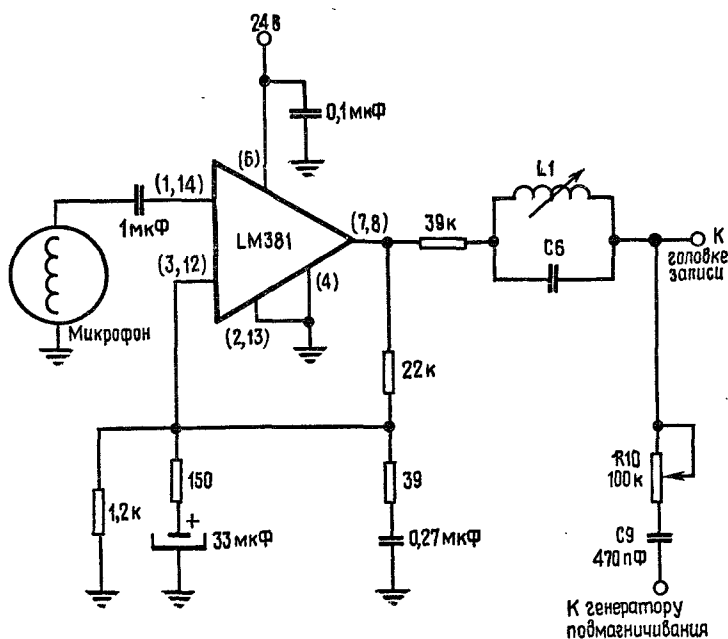


Преобразователь "частота — напряжение" с двухярусным фильтром Баттерворта для подавления пульсаций.

Можно использовать ИМС таймера КР1006ВИ1

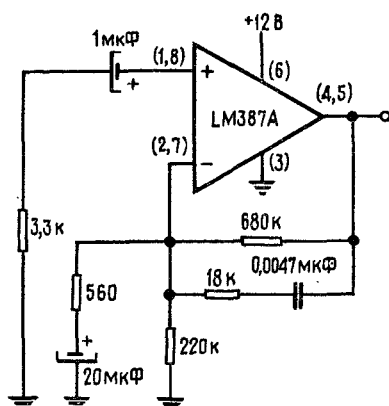
Глава 12

Усилители и предусилители для звуко-и видеотехники,
радиопередатчиков и других применений



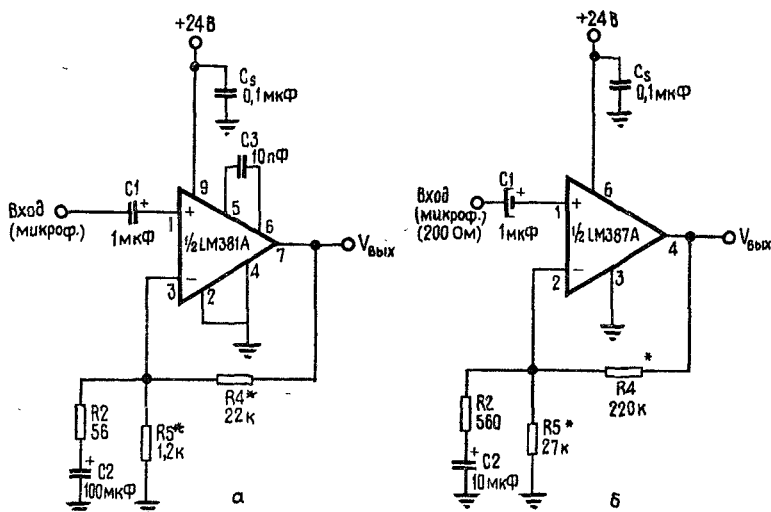
Типичная схема усилителя записи.

Можно использовать ИМС типа К548УН1А.



Предусилитель для магнитофона на LM387.

Можно использовать ИМС типа К548УН1А с типовыми цепями коррекции.

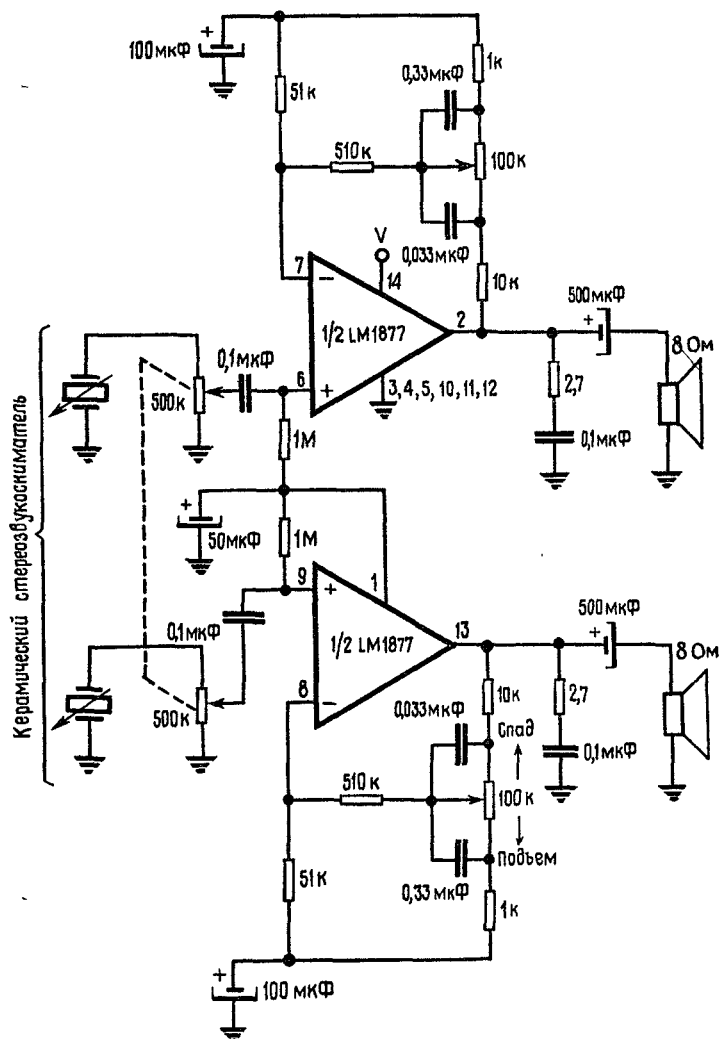


Бестрансформаторный микрофонный предусилитель для несимметричных входов.

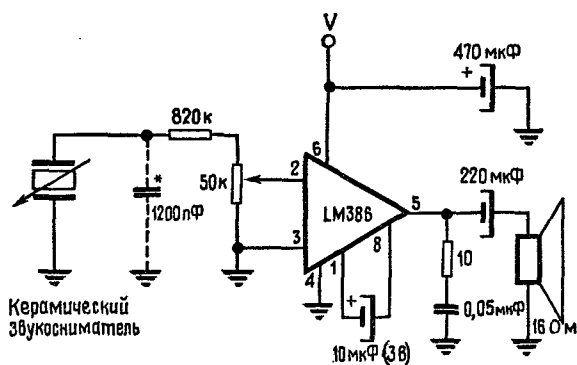
* Металлопленочные резисторы.

а — со смещением в эмиттерной цепи: $K_V = 52$ дБ; шумы не превышают — 69 дБ; КНИ = 0,1%, $V_{bx} = 2$ мВ; б — $K_V = 52$ дБ, шумы не превышают — 67 дБ; КНИ = 0,1%; $V_{bx} = 2$ мВ.

Можно использовать ИМС типа К548УН1А с типовыми цепями коррекции.



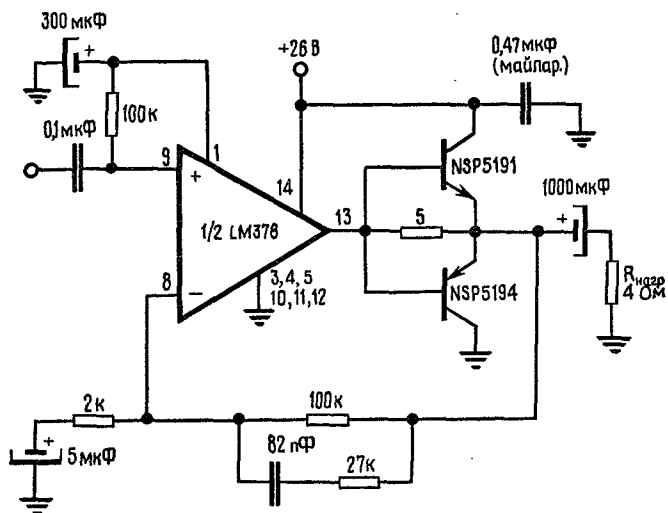
Усилитель стереоэлектрофона с регулятором нижних частот.



Усилитель для керамического звукоусилителя.

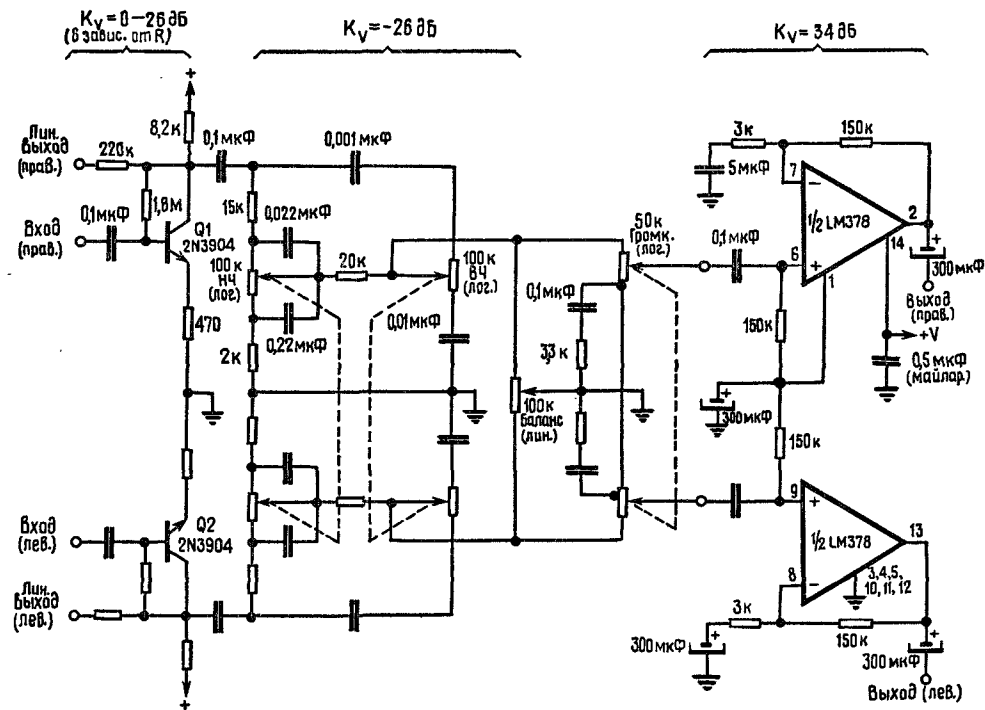
* Дополнительно для кристаллического звукоусилителя.

Можно использовать ИМС типа К174УН5 с типовыми цепями коррекции.

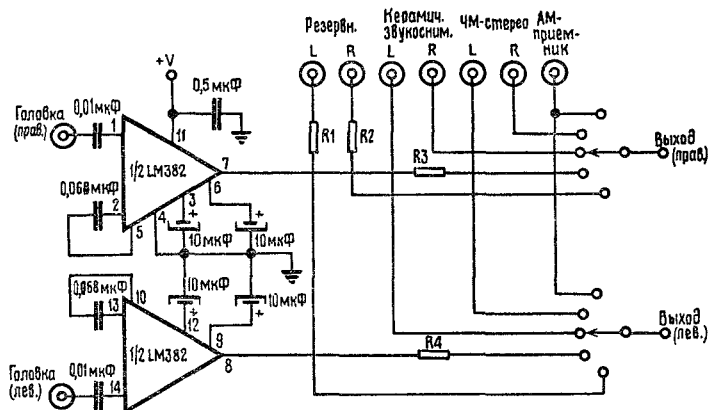


10-ваттный усилитель мощности.

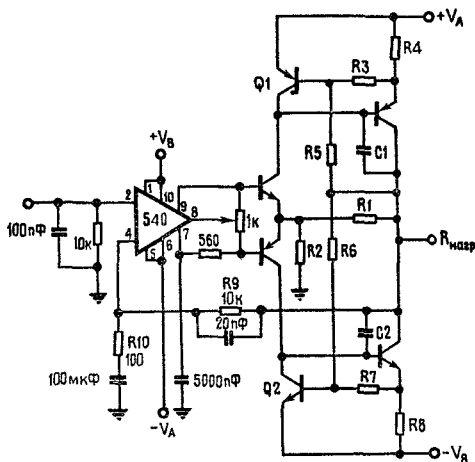
Возможны замены: NSP5191 → КТ817В; NSP5194 → КТ816В; LM378 → К157УД1 (по схеме с одним источником питания).



Двухканальный усилитель мощности со схемами регулировок.
 Можно использовать ИМС К174УН7 (в типовом включении)



Двухканальный усилитель воспроизведения и схема коммутации входных сигналов.
Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении)

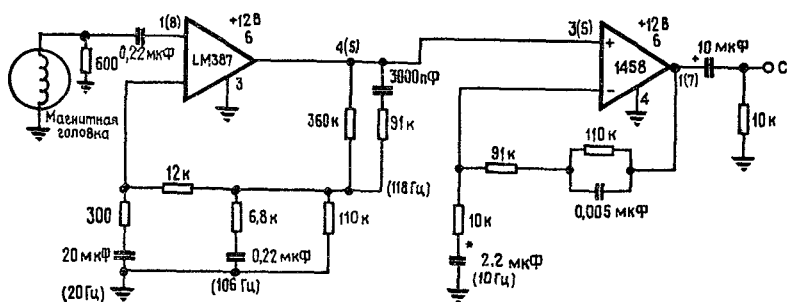


75-ваттный усилитель мощности.

Пояснения

1. Необходимо обеспечить тепловой контакт между выходными транзисторами и ИМС 540 для стабилизации тока покоя.
2. $R1/R2 = V_A/V_B$; $R4 = R6 = 750 \text{ мВ/л макс}$ (ограничение тока); $R5/2R3 = R_{нагр}/R4$ и $R6/2R7 = R_{нагр}/R8$ (ограничение мощности)
3. Падение напряжения на R3 и R7 составляет 300 — 400 мВ.
4. Минимальный коэффициент усиления по переменному току равен $[(R9 + R10) / R10] \cdot R1/R2$; $C1 = C2 = 100 \div 1000 \text{ пФ}$.

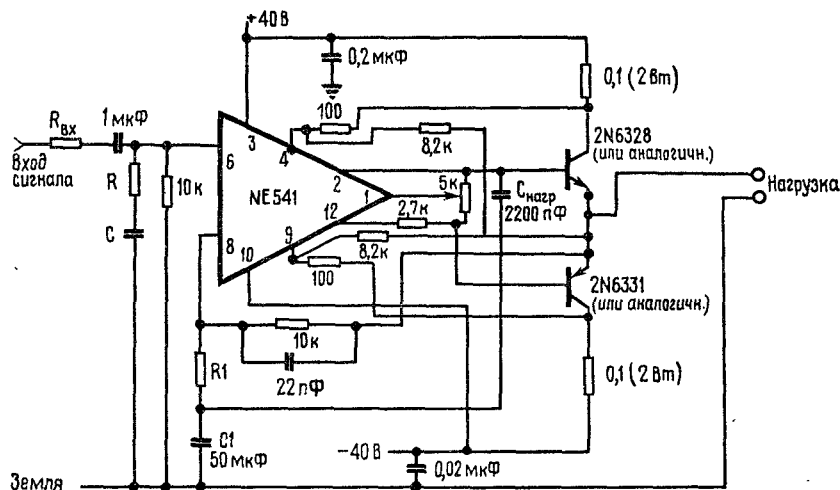
ИМС 540 — буферный усилитель с симметричным выходом.



Один канал предусилителя кассетного проигрывателя.

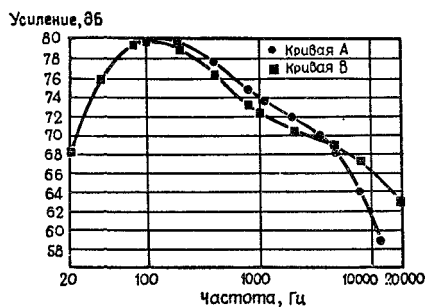
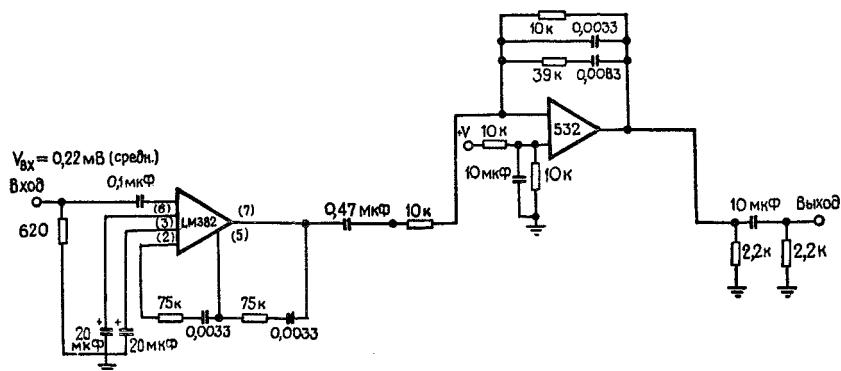
Резистор 600 Ом используется для ограничения тока, если вместо магнитной головки применяется генератор напряжения.

Можно использовать ИМС К1Е7УЛ1А (в типовом включении)



75-ваттный усилитель с внешним ограничением тока.

Возможны замены: 2N6328 → КТ827А; 2N6331 → КТ825Г; ИМС NE541 — высоковольтный буферный усилитель с симметричным выходом.



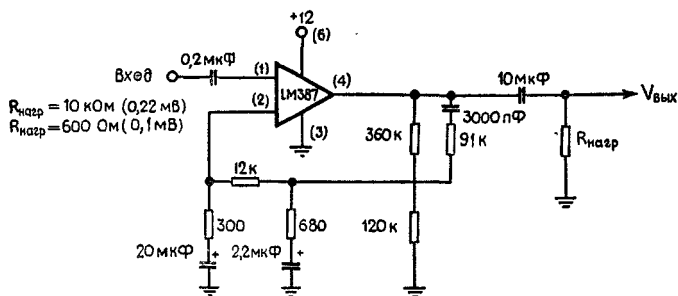
Предусилитель кассетного магнитофона на ИМС LM382 и NE532.

Пояснения

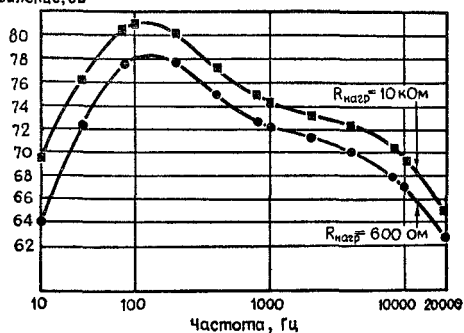
1. Цепи коррекции NE532: 10 кОм параллельно 0,0033 мкФ (кривая А);
2. 10 кОм параллельно (39 кОм + 0,0083 мкФ) (кривая В).
3. NE532 используется как инвертирующий усилитель только для окончательной коррекции.

Частота, Гц	Усиление (А), дБ	Фазовый сдвиг (кривая А), град	Усиление (кривая В), дБ	Фазовый сдвиг (кривая В), град
20	+68	-15	+68	-77
40	+76,1	-76	+76	-134
80	+79,4	-135	+79,3	-148
100	+79,8	-147	+79,7	-177
200	+79,7	-187	+79,5	-155
400	+77,6	+157	+76,9	-149
800	+74,6	+144	+73,3	-150
10 ³	+73,9	+144	+72,4	-152
2*10 ³	+71,8	+134	+70,6	-145
4*10 ³	+69,2	+110	+69,4	-132
8*10 ³	+63,9	+76	+67,4	-126
10 ⁴	+61,5	+65	+66,5	-107
2*10 ⁴	+54	-4,0	+62,2	

Возможны замены: LM382 → ИМС К548УН1А (в типовом включении); NE532 → К157УД2 с типовыми цепями коррекции.



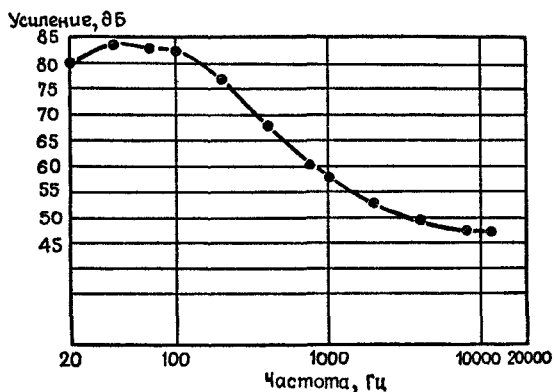
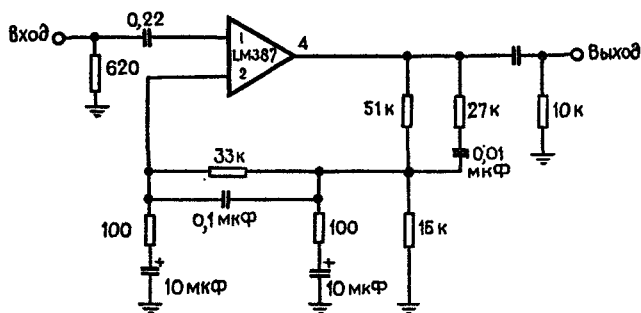
Усиление, дБ



Предусилитель кассетного магнитофона на ИМС LM387.

Частота, Гц	Усиление, дБ $R_{нагр} = 10 \text{ кОм}$	Фазовый сдвиг, град	Усиление, дБ $R_{нагр} = 600 \text{ Ом}$	Фазовый сдвиг, град
20	69		64	
40	76,3		72,4	+11,5
80	80,4		77,8	+46,3
100	81		78,4	+33
200	80,2		77,8	-0,3
400	77,2		74,9	-18
800	74,8		72,4	-19,8
10 ³	74,2		72,1	-19,3
2*10 ³	73,3		71,1	-20,4
4*10 ³	72,3		70	-29,4
8*10 ³	70,1		68	-44,6
10 ⁴	69,1		67	-51,1
2*10 ⁴	65		62,4	-67,7

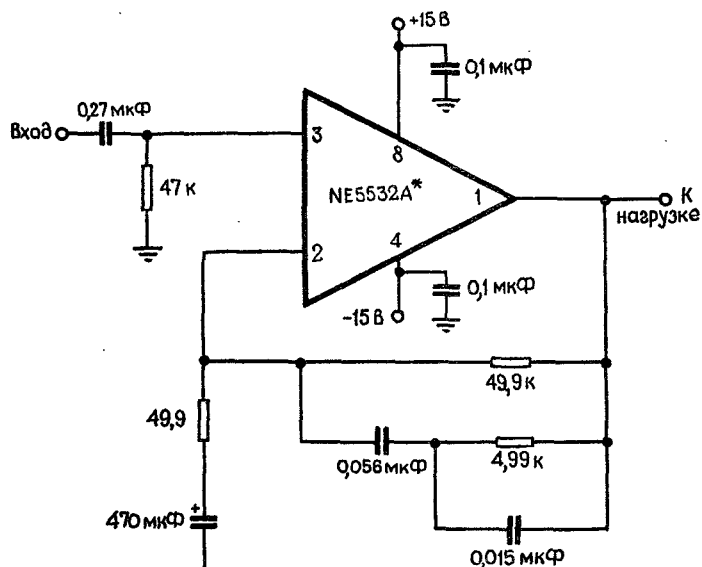
Можно использовать ИМС КБ48УН1А (в типовом включении)



Предусилитель кассетного магнитофона с модифицированной характеристикой NAB.

Частота, Гц	Усиление, дБ
20	79,8
40	83
80	82,5
100	82
200	76,5
400	68
800	60
1000	57,7
2000	51,8
4000	48,8
8000	47,3
10000	47
12000	47

Можно использовать ИМС К548УН1А (в типовом включении)

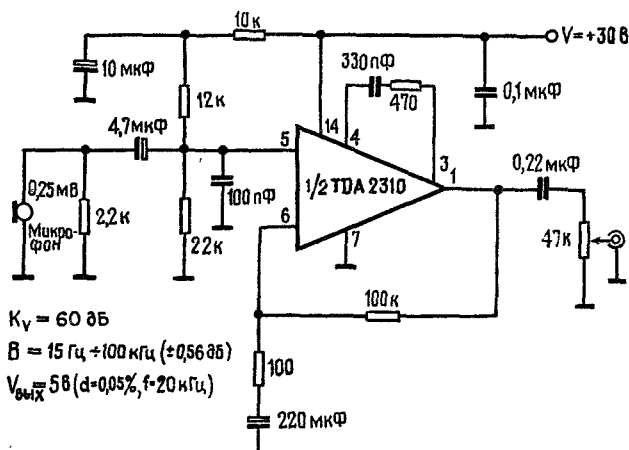


* Половина двойного операционного усилителя

Примечание. Все резисторы – 1%, металлопленочные

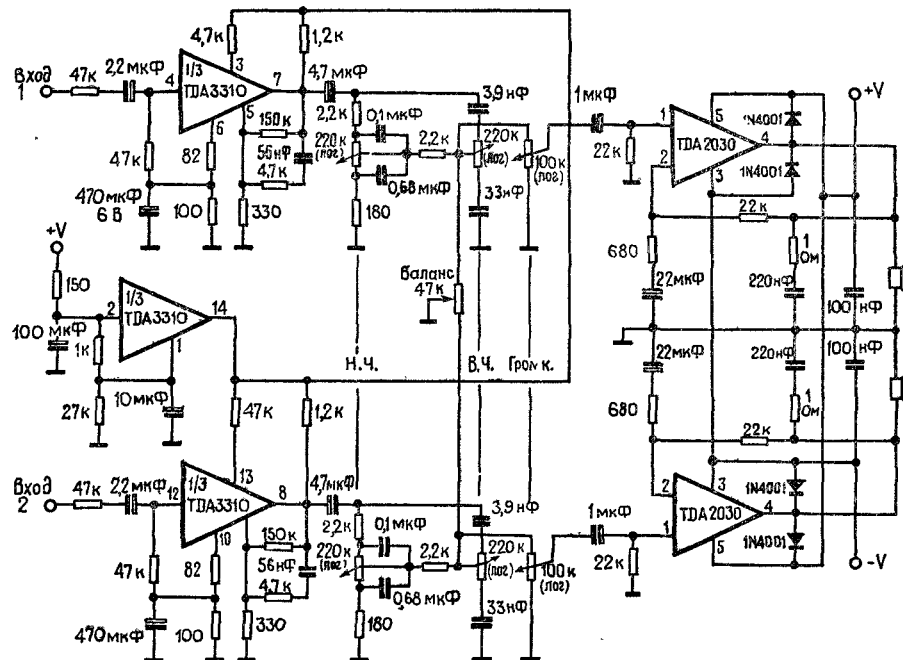
Предусилитель электрофона с характеристикой R1 AA на ИМС NE5532A.

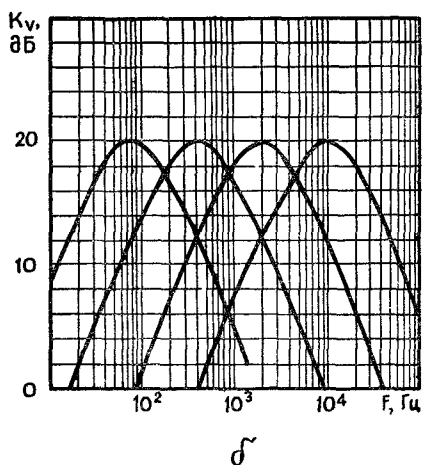
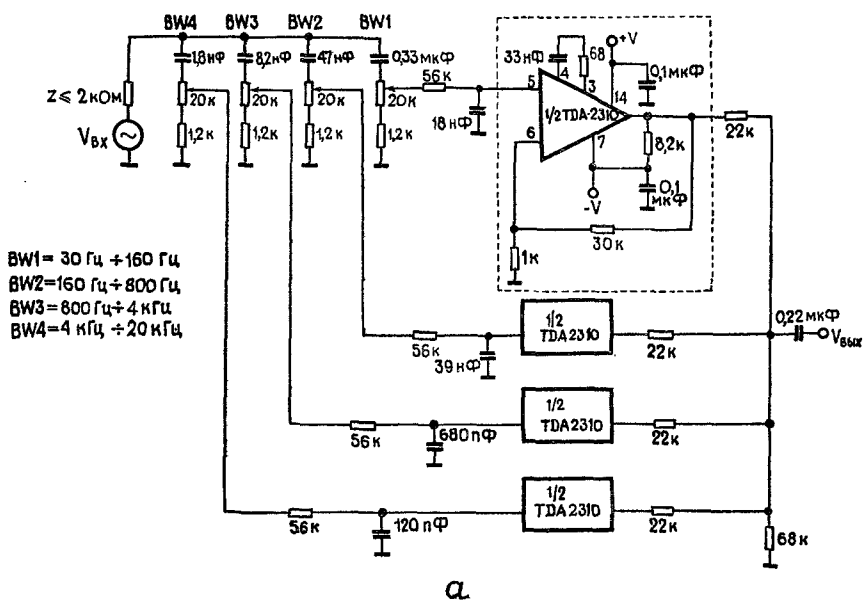
Можно использовать ИМС типа K157УД2 и K551УД2 с типовыми цепями коррекции.



Микрофонный усилитель с высокой скоростью нарастания (50 В/мкс) выходного сигнала.

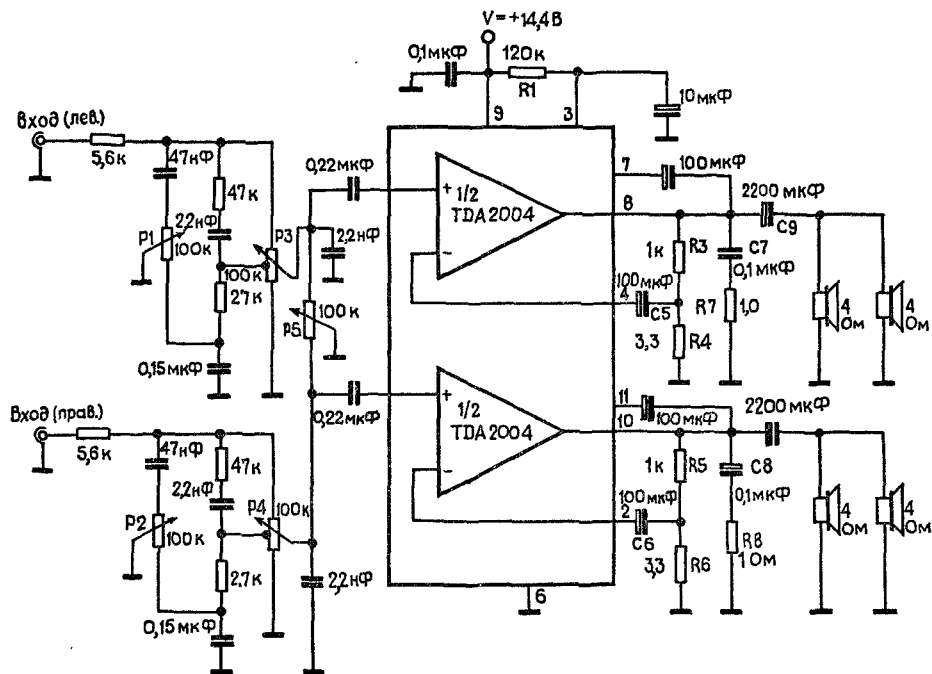
Можно использовать ИМС K154УД3 с типовыми цепями коррекции.





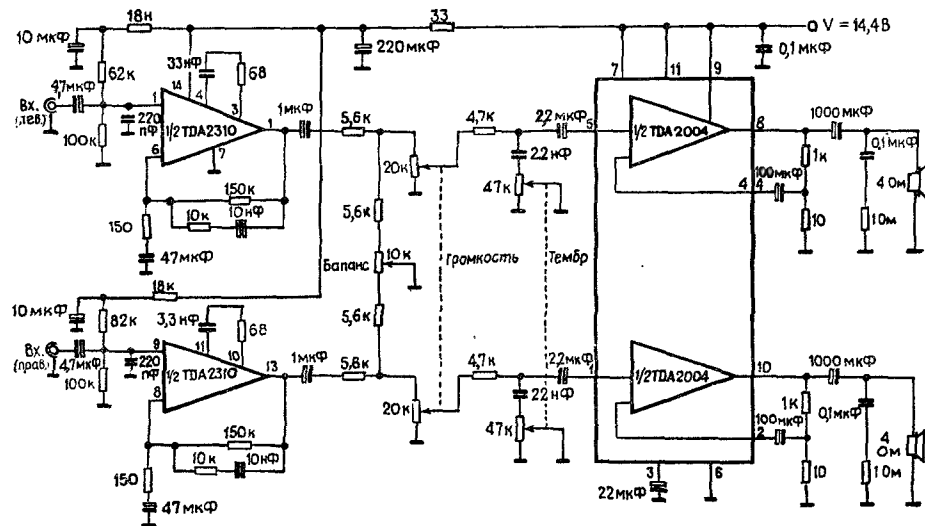
Четырехполосный графический эквалайзер (а) и характеристики его отдельных звеньев (б).

В схеме можно применить ИМС типа К157УД2 с типовыми цепями коррекции.



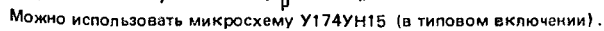
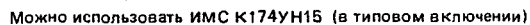
Стереоусилитель 2 x 10 Вт с регулировками громкости, тембра и баланса.

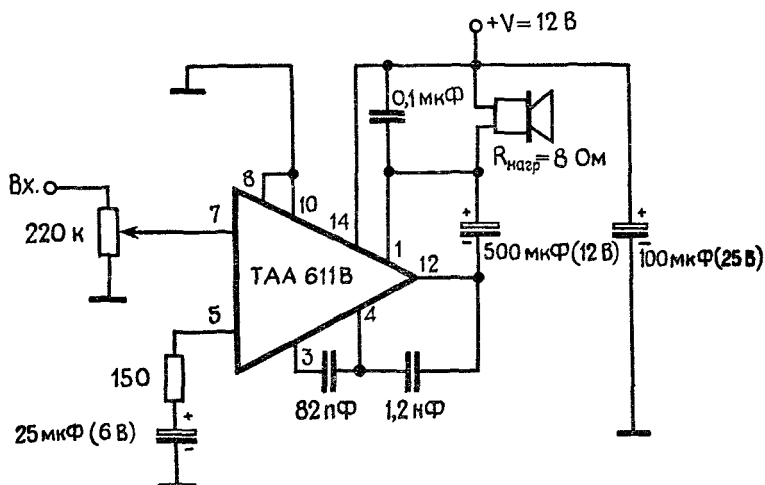
Можно использовать микросхему типа К174УН15 (в типовом включении)



Высококачественный кассетный стереопроигрыватель мощностью 2 x 10 Вт.

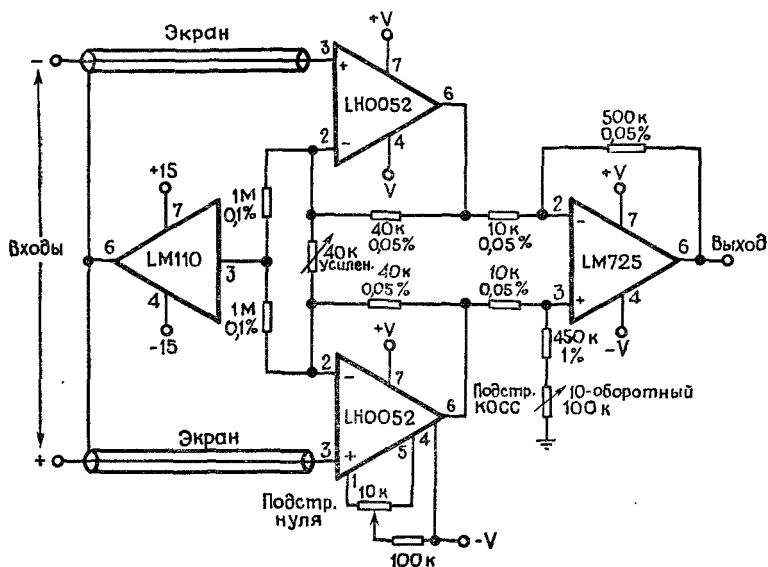
Возможны замены: TDA2310 → К548УН1А (в типовом включении); TDA2004 → ИМС К174УН15 с типовыми цепями коррекции.





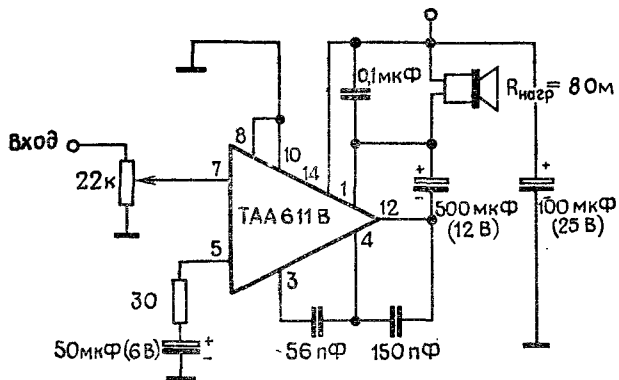
Усилитель для электропроигрывателя ($K_V = 34$ дБ)

Можно использовать ИМС К174УН5 (в типовом включении)



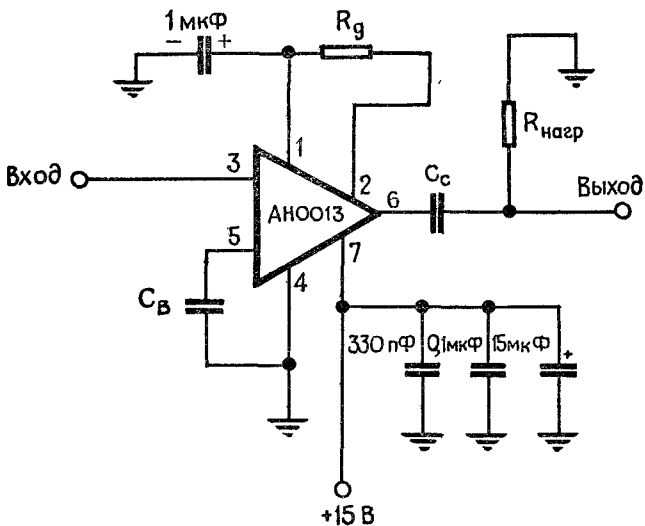
Точный инструментальный усилитель.

Возможны замены: LM110 → К140УД17 (включенный как повторитель напряжения), LHO052 → К140УД17 с типовыми цепями коррекции; LM725 → К153УД5.



УНЧ для радиоприемника ($K_V = 48$ дБ).

Можно использовать ИМС К174УН5 (в типовом включении)

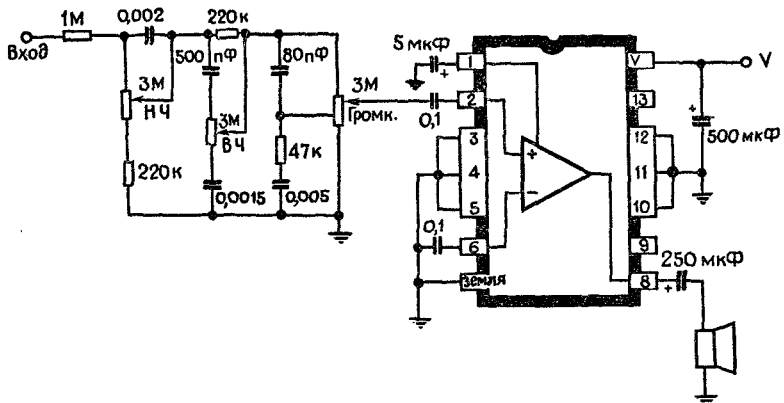


Широкополосный предусилитель.

Пояснения. ИМС АН0013 не рекомендуется использовать для усиления постоянного тока.

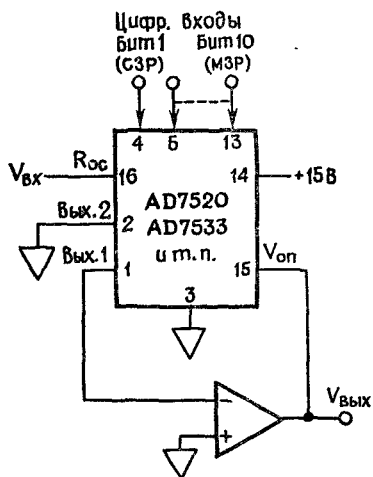
$f_{нагр} = 1.6 \cdot 10^{-4} / C_B$ [Гц]; $K_V = 6 R_g$; $C_s > 1 / 2\pi f_{нагр} R_{нагр}$.

Типовая схема подключения быстродействующего усилителя АН0013 фирмы Optical Electronics.



Усилитель с регуляторами тембра.

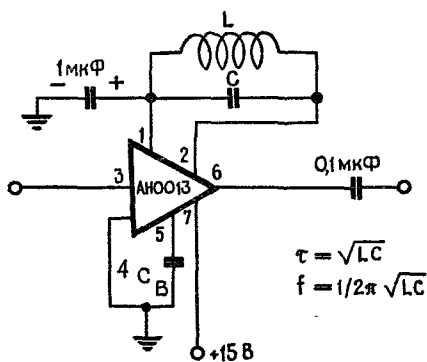
Можно использовать ИМС К174УН5 (в типовом включении)



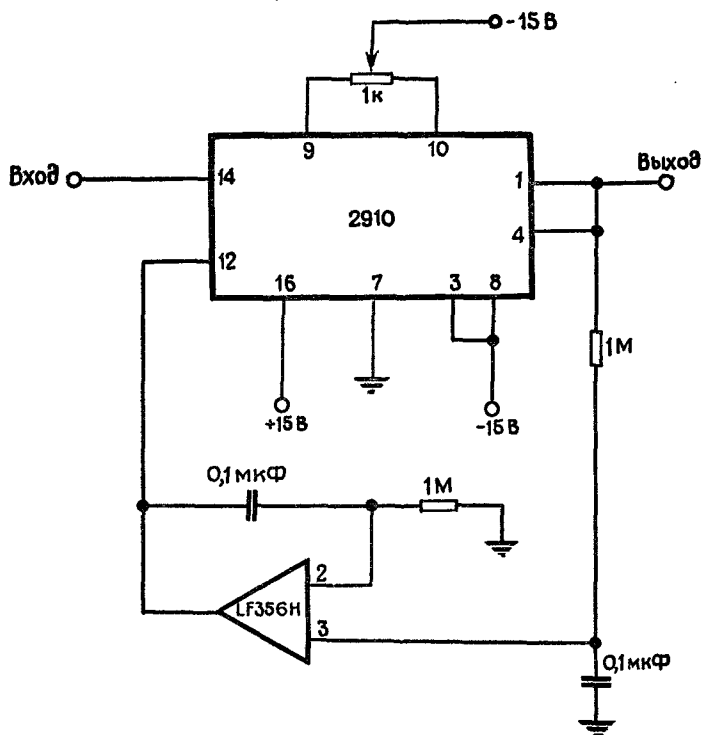
Усилитель с переменным коэффициентом усиления (двухквадрантный делитель)

D	$V_{\text{ВЫХ}}/V_{\text{ВХ}}$ (номинальное)
11111111	1024
	1023
100000000	-2
000000001	-1024
000000000	Открытый контур

Возможны замены ИМС AD7520 → К572ПА1А; ОУ → любой ОУ широкого назначения

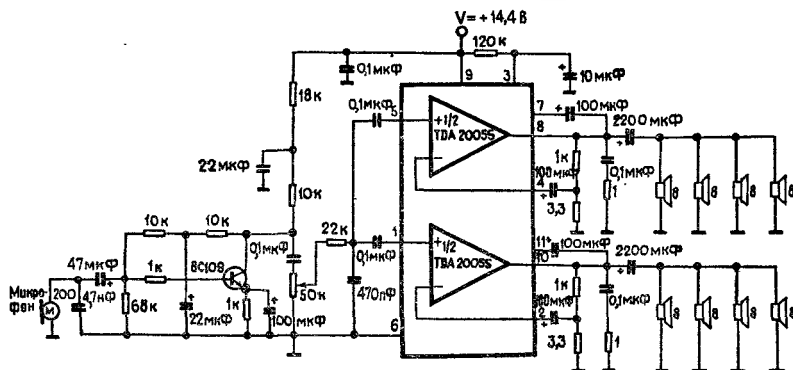


Резонансный каскад с LC-цепью.



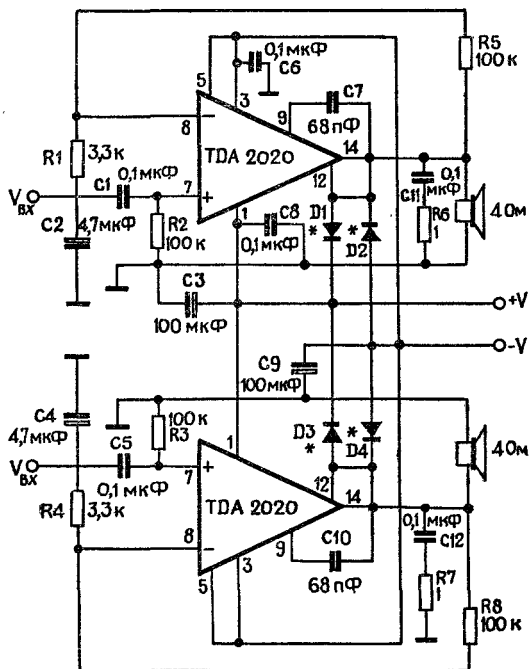
Стабилизированный логарифмический усилитель для биполярных сигналов или импульсов с малым коэффициентом заполнения.

Типовая схема подключения ИМС 2910 фирмы Optical Electronics.



20-ваттный усилитель для автобуса.

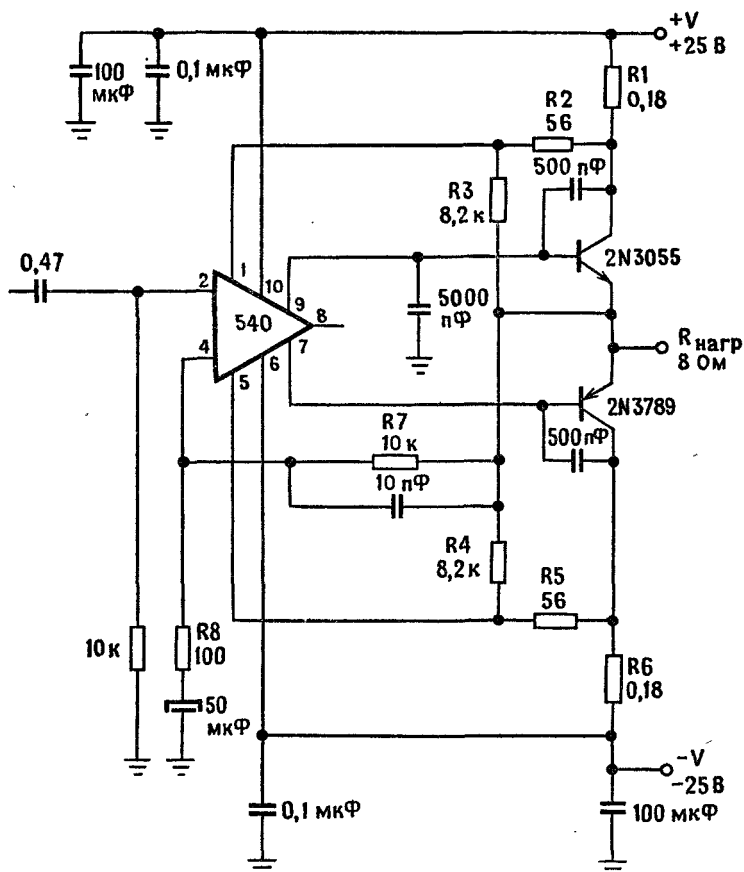
Можно использовать две микросхемы К174УН9 с типовыми цепями коррекции.



* 1N4001 или аналогичный

Стереоусилитель с расщепленным источником питания.

Возможны замены: TDA2020 → К174УН11; 1N4001 → КД208.



35-ваттный усилитель мощности.

Усиление по напряжению: $K_V = (R7 + R8) / R8$.

Ограничение тока: $R1 = R6 = 65 \text{ мВ/} I_{\text{макс}}$.

Ограничение мощности: $R2 = R5 = 56 \text{ Ом}$, $R3 = R4 = V / 3 \text{ мА}$.

ИМС 540 — буферный усилитель повышенной мощности с симметричным выходом, который можно реализовать на дискретных компонентах. Возможны замены: 2N3055 → КТ819В; 2N3789 → КТ818В.

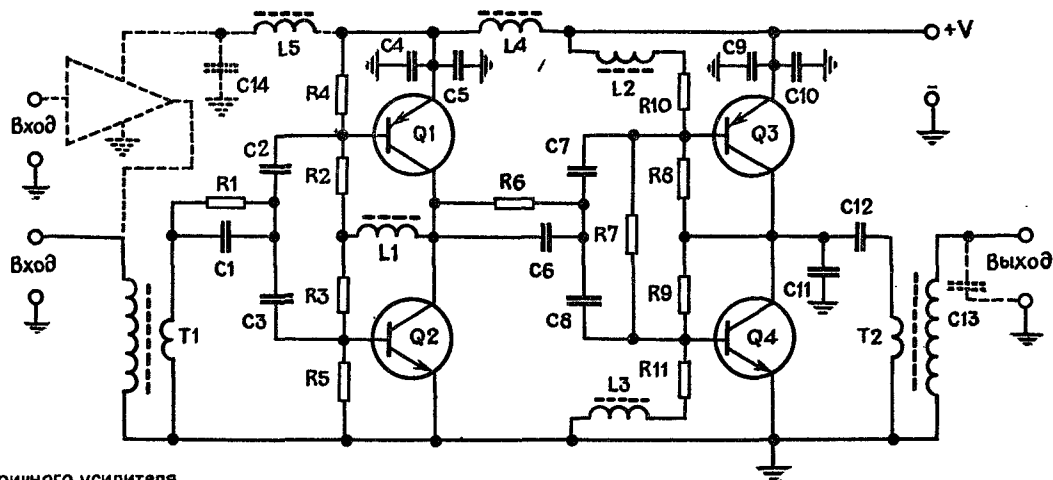
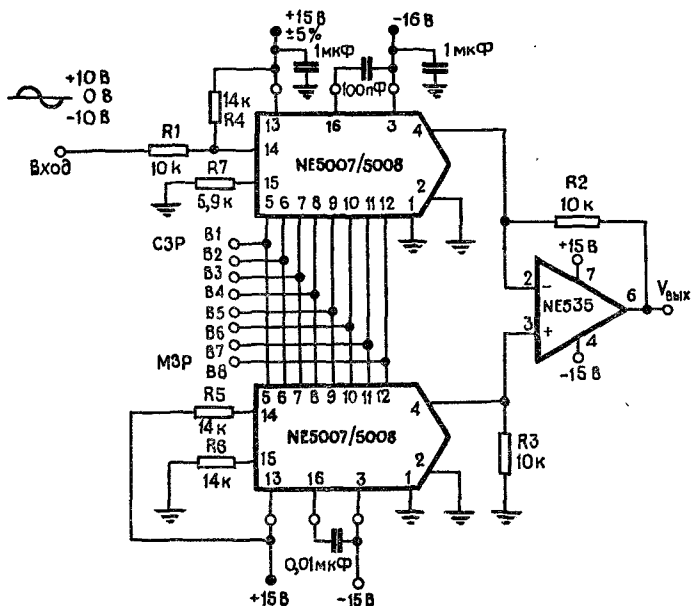


Схема симметричного усилителя.

Возможны замены: Q1 и Q3 → транзисторы КТ914А; Q2 и Q4 → КТ904А.

Пояснения. В зависимости от схемы подключения выходного трансформатора может потребоваться конденсатор C13. C1 = C6 = 1000 пФ; C2 = C3 = C7 = C8 = 0,1 мкФ; C4 = C9 = C14 = 0,15 мкФ; C5 = C10 = C12 = 0,68 мкФ; C11 = 2000 пФ; C13 = 100 пФ (типичное значение); R1 = R4 = R5 = 22 Ом (0,25 Вт), R2 = R3 = 330 Ом (0,5 Вт); R6 = 15 Ом (0,25 Вт); R8 = R9 = 220 Ом (1 Вт); R10 = R11 = 6,8 Ом (0,5 Вт); R7 = 560 ÷ 680 Ом (2 Вт); L1 – (ВЧ-дрессель) = 0,68 мкГн; L2 = L3 – (ВЧ-дрессель) = 6,8 мкГн; L4 – 4 ферритовые бусины из материала M1000; Q1, Q3 – MRF432; Q2, Q4 – MRF433.

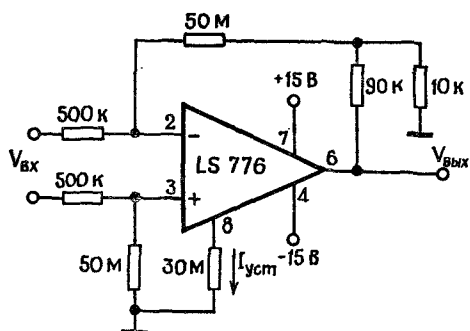
Все конденсаторы – керамические высокочастотные, все резисторы – углеродистые композитные.



Цифровой аттенуатор (усилитель с программируемым коэффициентом усиления) со связью по постоянному току.

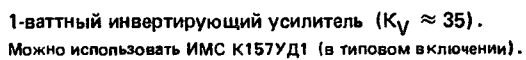
Схема выполняет 2-квадрантное умножение сигналов переменного тока с управляемой выходной полярностью.

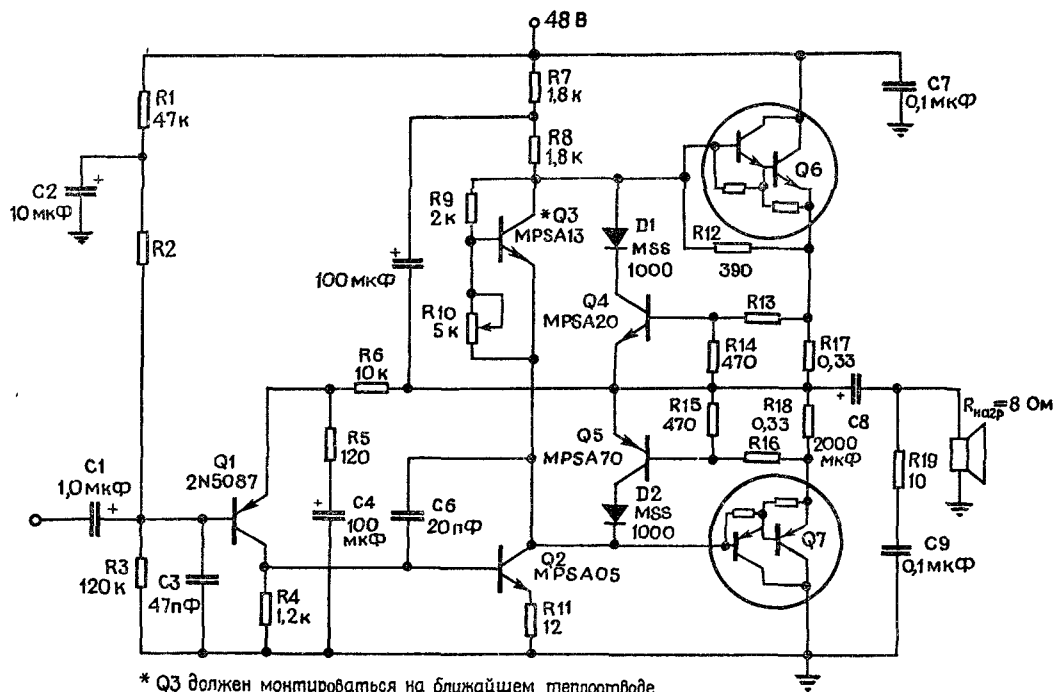
Возможны замены: NE5007 → K572ПА1 (в типовом включении); NE535 → K140УД11.



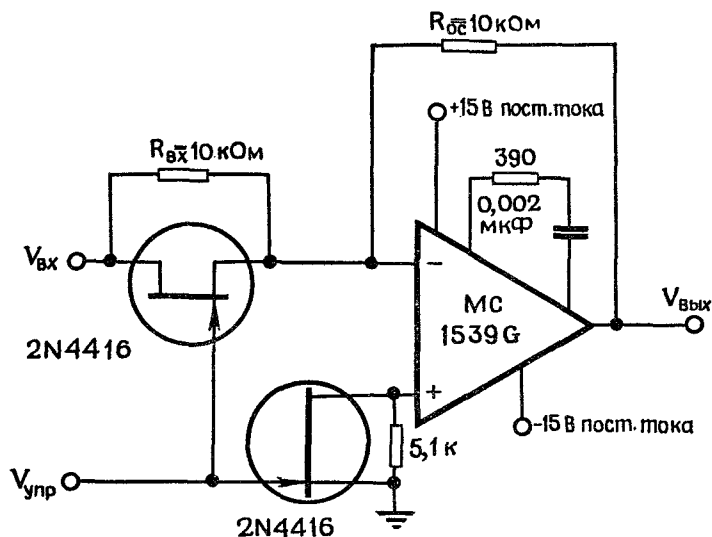
Усилитель с высоким входным сопротивлением.

Возможна замена: ИМС LS776 → K140УД12.





* Q3 должен монтироваться на ближайшем теплоотводе



Усилитель с АРУ.

В схеме можно использовать ОУ типа К553УД1В и полевые транзисторы КП302Б.

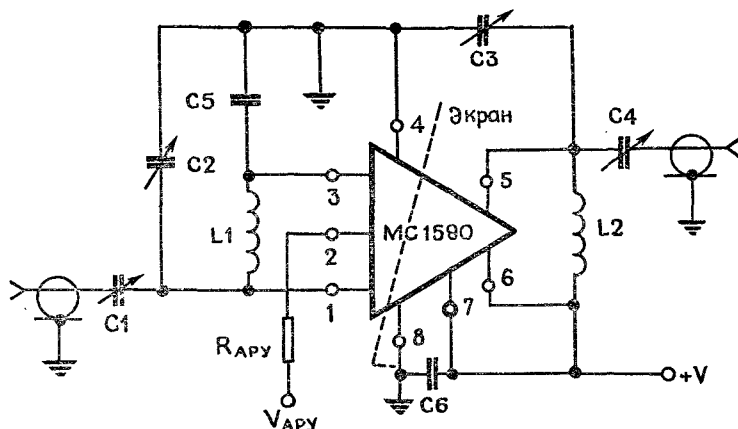
Принципиальная схема 15 – 25-ваттного усилителя с составными транзисторами.

Элемент или параметр	Мощность, Вт		
	15	20	25
V, В	42	46	48
R2, Ом	220	160	160
R5, Ом	120	180	180
R13, Ом	180	220	220
R16, Ом	180	220	220
Q6	MJ E800	MJE1100	MJE1100
Q7	MJE700	MJE1090	MJE1090
Теплоотвод, °С/Вт ¹	6,5	4,8	3,6

R8 выбирается так, чтобы коллекторный ток Q6 был равен $20 \div 30$ мА

¹ Размеры теплоотводов рассчитываются в предположении максимальной температуры окружающей среды 50 °С.

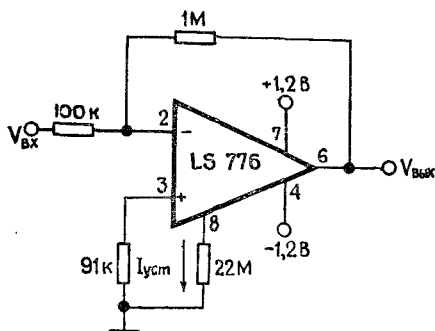
Возможны замены: 2N5087 → КТ502Г; MPSA13 → КТ503А; MPSA05 → КТ503Г; MPSA20 → КТ315В; MPSA70 → КТ361В; MSS1000 → КД521А; транзисторы Q6 → КТ827А; Q7 → КТ825Г



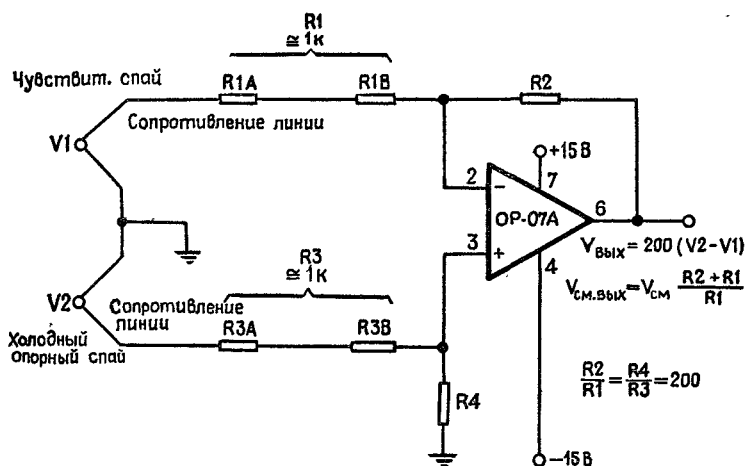
Однокаскадный настраиваемый усилитель.

Параметр	Частота, МГц		
	30	60	100
Усиление, дБ	50,8–54	42,2–46,7	31,6–35,7
Полоса пропускания, МГц	0,7 – 1,4	1,9 – 2,4	7,8 – 9,2
C1, пФ	1 – 30	1 – 30	1 – 30
C2, пФ	1 – 30	1 – 30	1 – 10
C3, пФ	1 – 10	1 – 30	1 – 15
C4, пФ	1 – 30	1 – 10	1 – 10
C5, мкФ	0,002	0,001	470
C6, мкФ	0,002	0,001	470
L1, мкГн	0,6	0,17	0,07
L2, мкГн	1,35	0,28	0,13
V, В (пост. тока)	12	12	12

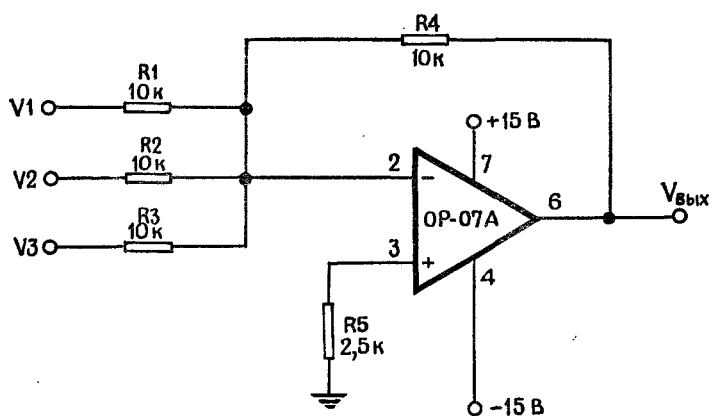
Можно использовать ИМС серий К171, К175 (в типовом включении).



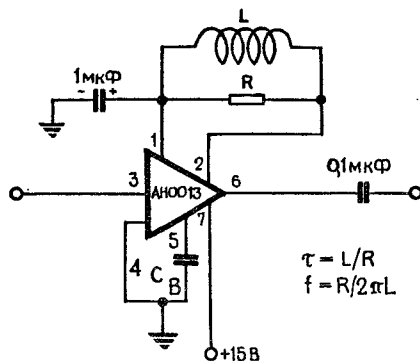
Нановаттный усилитель ($P_{\text{потр}} = 600 \text{ нВт}$)
Возможна замена: ИМС LS776 → К140УД12.



Высокостабильный усилитель для термопары.
Можно использовать ОУ типа К140УД17.

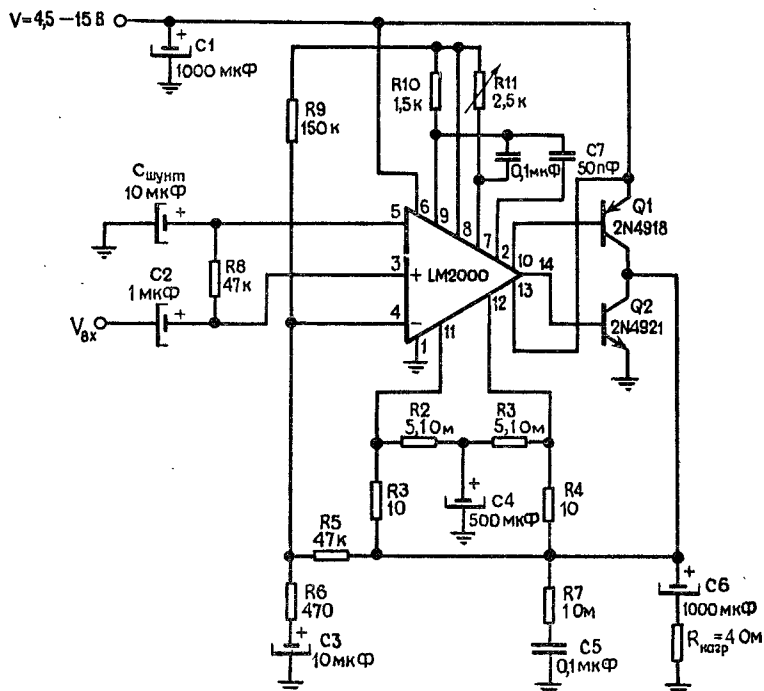


Прецизионный суммирующий усилитель, не требующий настройки.
Можно использовать ОУ типа К140УД17



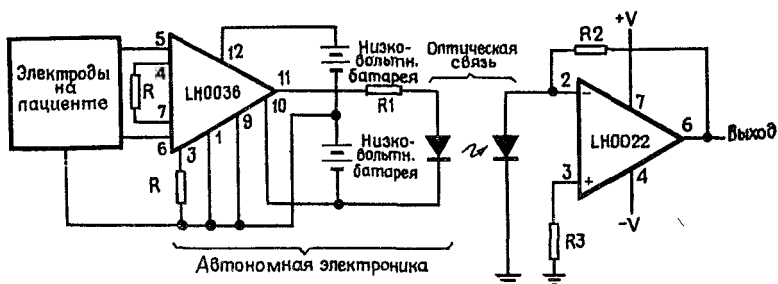
Настраиваемая схема для ультразвуковых установок.

ИМС АН0013 — быстродействующий буферный усилитель повышенной мощности.



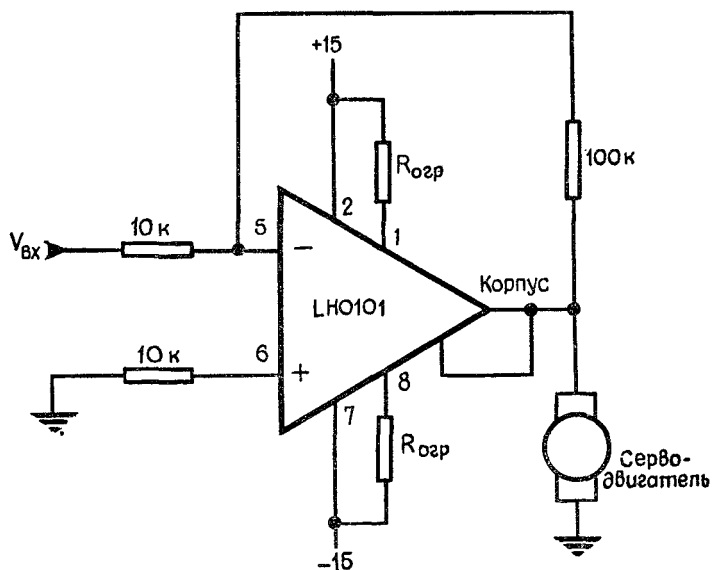
Усилитель с выходным каскадом на транзисторах с разной проводимостью.

Возможны замены: 2N4918 → КТ814Б; 2N4921 → КТ815Б. ИМС LM2000 — буферный усилитель с симметричным входом и выходом.



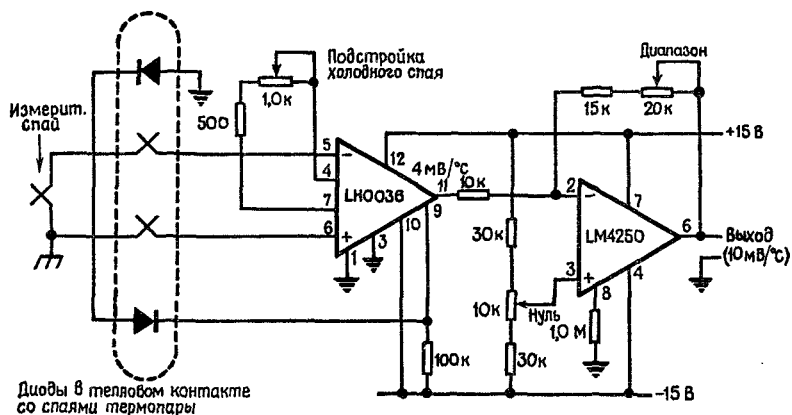
Изолированный усилитель для медицинской телеметрии.

Возможны замены: LH0036 → КР140УД18 (в типовом включении); LH0022 → К574УД1А с типовыми цепями коррекции.



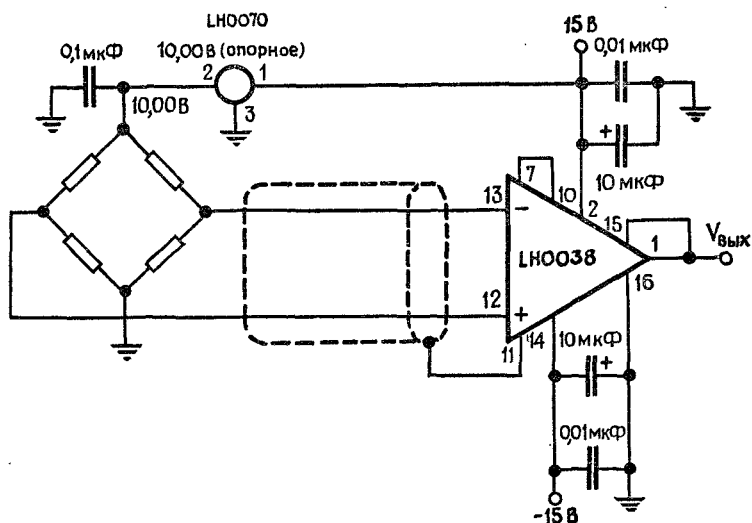
Усилитель для следящего привода постоянного тока.

Можно использовать ИМС К157УД1 (в типовом включении) (для выходных токов до 100 мА)



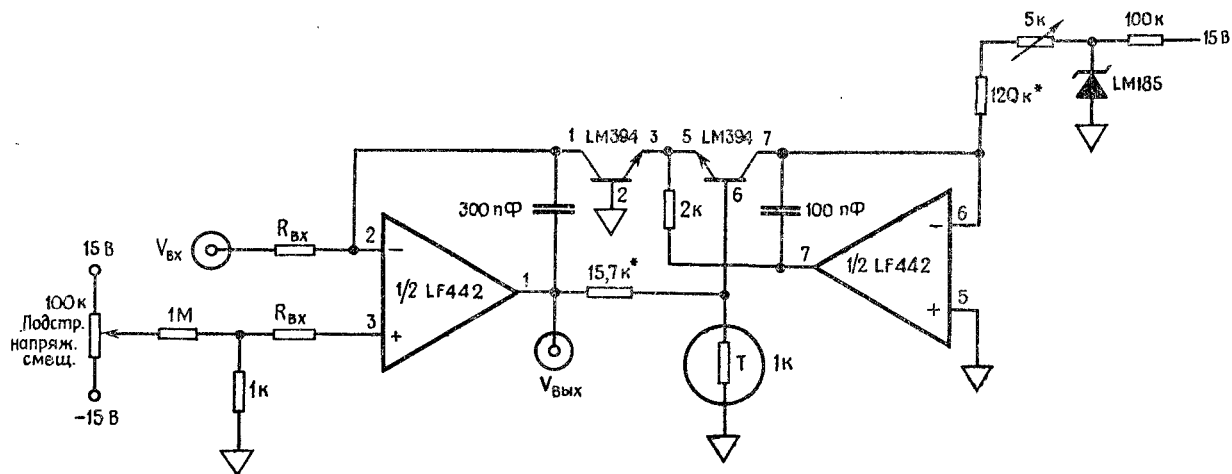
Усилитель для термопары с компенсацией холодного спая.

Возможны замены: ЛН0038 → КР140УД18; LM4250 → КР1407УД2. Диоды — любые маломощные кремниевые.



Усилитель с $K_V = 1000$ для мостовых датчиков.

Можно использовать ОУ типа К140УД17 и К153УД5 (в типовом включении)



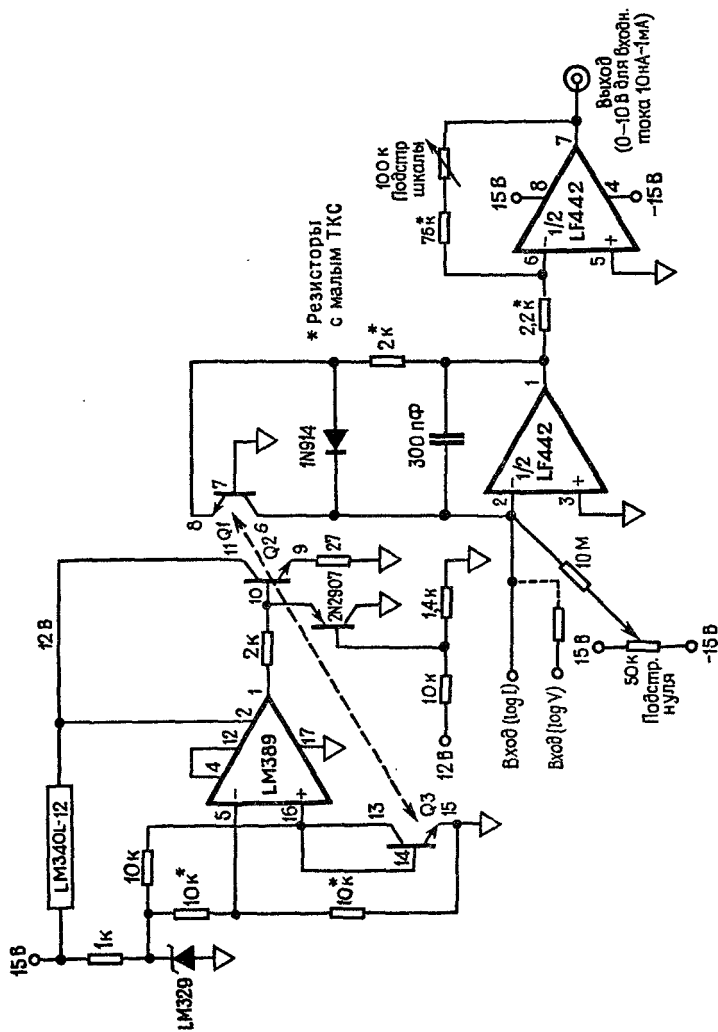
Традиционная схема логарифмического усилителя.

$V_{\text{вых}} = - [1 \lg (V_{\text{вх}}/R_{\text{вх}}) + 5]$, Т — термистор типа Q81 фирмы Tel. Labs.

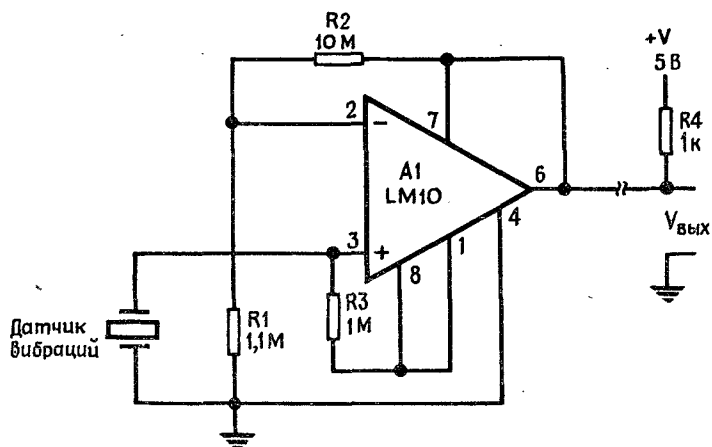
Потенциометр 5 кОм служит для точной установки выходного тока 10 мкА.

* Пленочный резистор с точностью 1%.

Возможны замены: LF442 → К140УД17; LM394 → К516УП1 (в типовом включении); LM185 — источник опорного напряжения с малым выходным током.

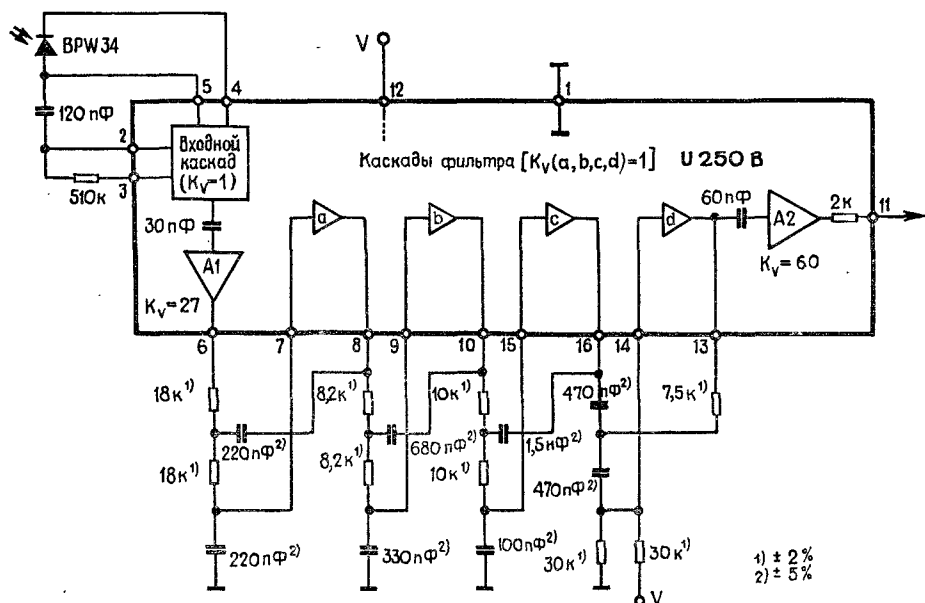


Пояснения. Q1, Q2, Q3 необходимы для стабилизации температурного режима ОУ 1М389 и самой транзисторной сборки, транзисторы Q2 и Q3 которой образуют датчик температуры. Таким образом, транзистор Q1 нечувствителен к изменению температуры окружающей среды и температурная компенсация не требуется.

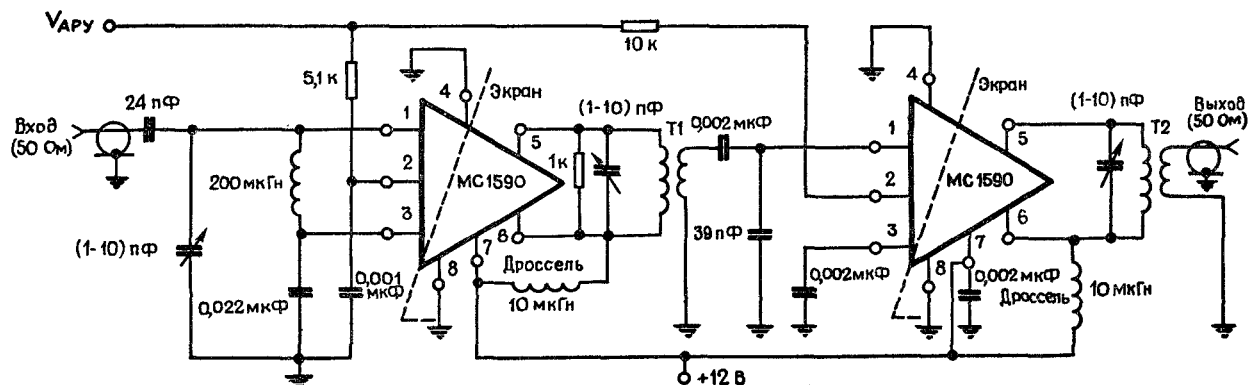


Усилитель с общей линией "сигнал — питание".

Пример использования экзотического ОУ LM10 фирмы National Semiconductor



Предусилитель U250В (фирмы АЕГ) для фотоприемника с внешними цепями фильтров.



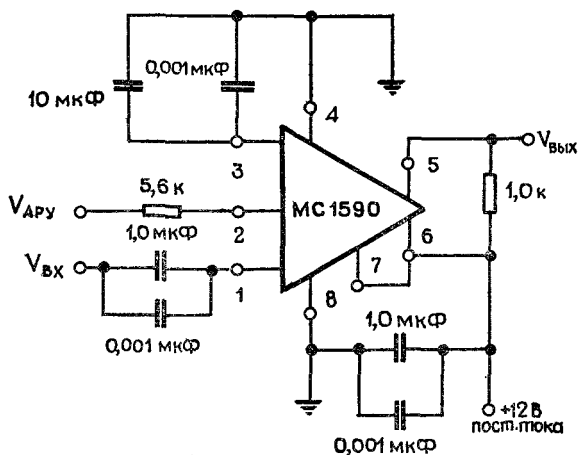
Двухкаскадный УПЧ на частоту 60 МГц с коэффициентом усиления $K_V \approx 80$ дБ и полосой пропускания $\sim 1,5$ МГц.

Пояснения

T1: первичная обмотка содержит 15 витков провода диаметром 0,72 мм на каркасе диаметром 6,3 мм без сердечника; вторичная обмотка — 4 витка того же провода. Коэффициент связи равен $\approx 1,0$.

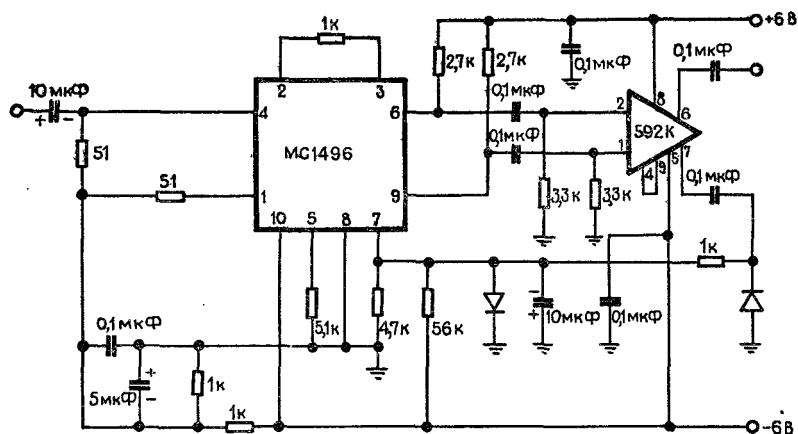
T2: первичная обмотка содержит 10 витков провода диаметром 0,72 мм на каркасе диаметром 6,3 мм без сердечника; вторичная обмотка — 2 витка того же провода. Коэффициент связи равен $\approx 1,0$.

Можно использовать ИМС серий К171, К175.



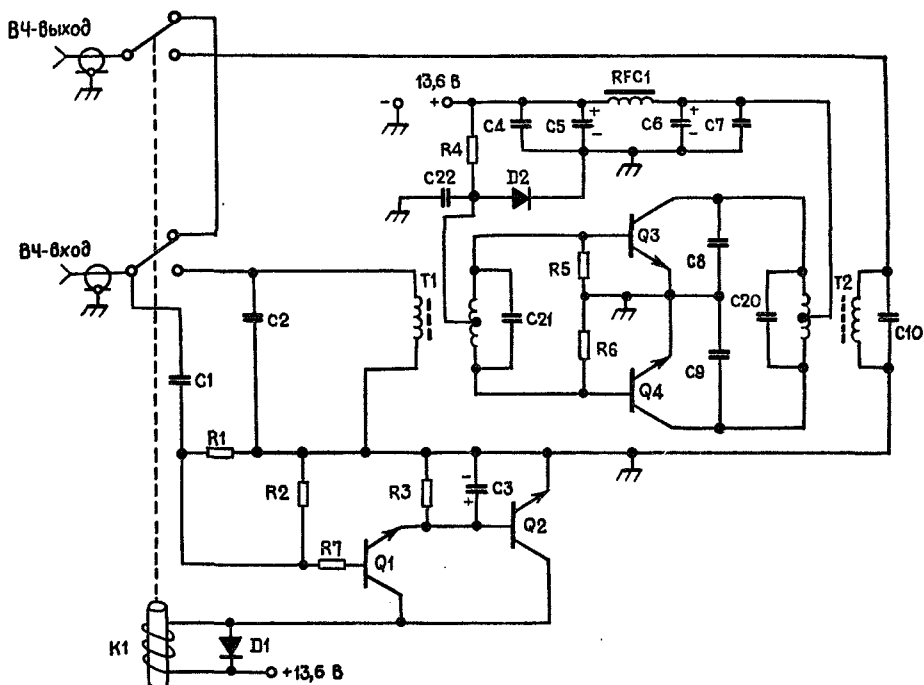
Видеоусилитель.

Можно использовать ИМС серий K171 и K175.



Широкополосный усилитель с АРУ.

Возможны замены MC1496 → K526ПC1; 592K → K171YB2.

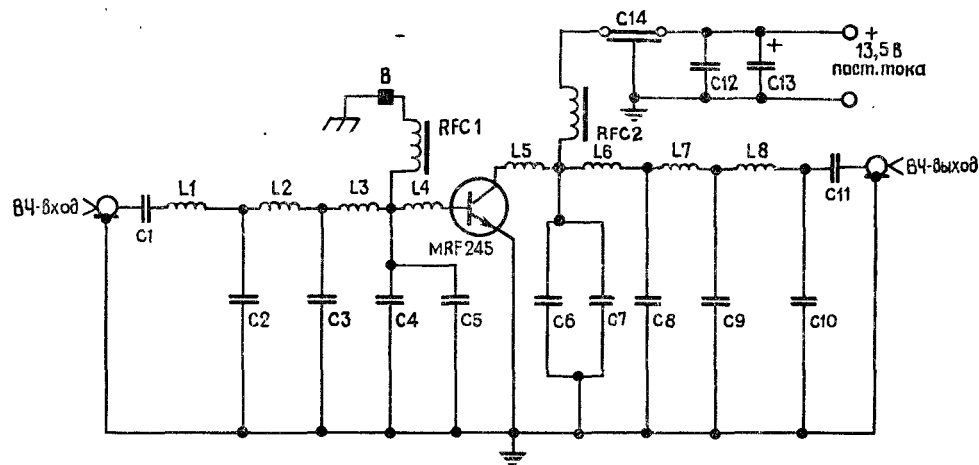


Линейный усилитель для передатчика мощностью 140 Вт (пиковая) в диапазоне 2 — 30 МГц.

C1 = 33 пФ (слюдяной); C2 = 18 пФ (слюдяной); C3 = 10 мкФ (35 В для АМ-режима); C3 = 100 мкФ (35 В для SSB-режима); C4 = 0,1 мкФ (керамический); C5 = 10 мкФ (35 В, электролитический); C6 = 1 мкФ (танталовый); C7 = 1000 пФ (керамический дисковый); C8 = C9 = 330 пФ (слюдяной); R1 = 100 кОм (0,25 Вт); R2 = R3 = 10 кОм (0,25 Вт); R4 = 33 Ом (5 Вт, проволочный); R5 = R6 = 10 Ом (0,5 Вт); R7 = 100 Ом (0,25 Вт).

RFC1 — 9 ферритовых бусин на проводе диаметром 1,25 мм; D1 — 1N4001; D2 — 1N4997; Q1, Q2 — 2N4401; Q3, Q4 — MRF454; T1, T2 — трансформаторы 16 : 1; C20 = 910 пФ (слюдяной); C21 = 1100 пФ (слюдяной); C10 = 24 пФ (слюдяной); C22 = 500 мкФ (3 В, электролитический); K1 — высокочастотное реле.

Возможны замены: 1N4001 → КД208; 1N4997 → КДБ10А; 2N4401 → КТ630А; MRF454 → КТ927А.



80-ваттный усилитель мощности на диапазон частот 143–156 МГц.

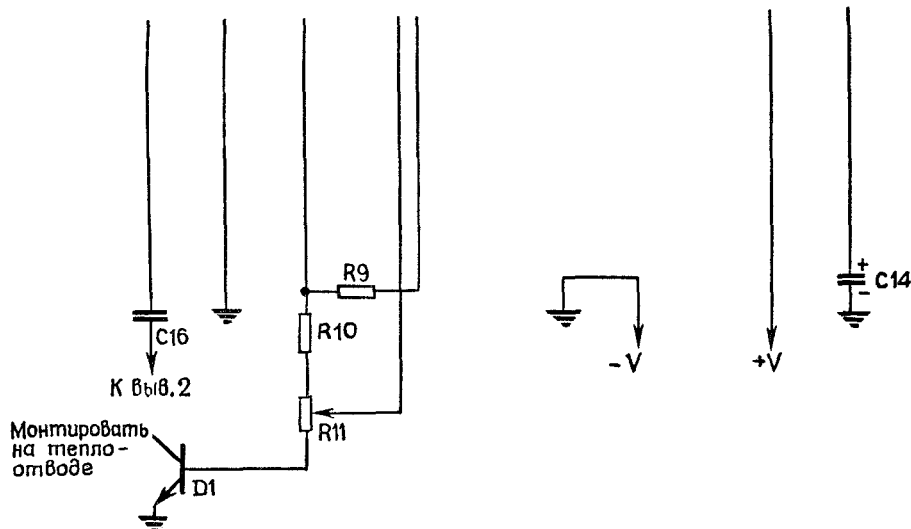
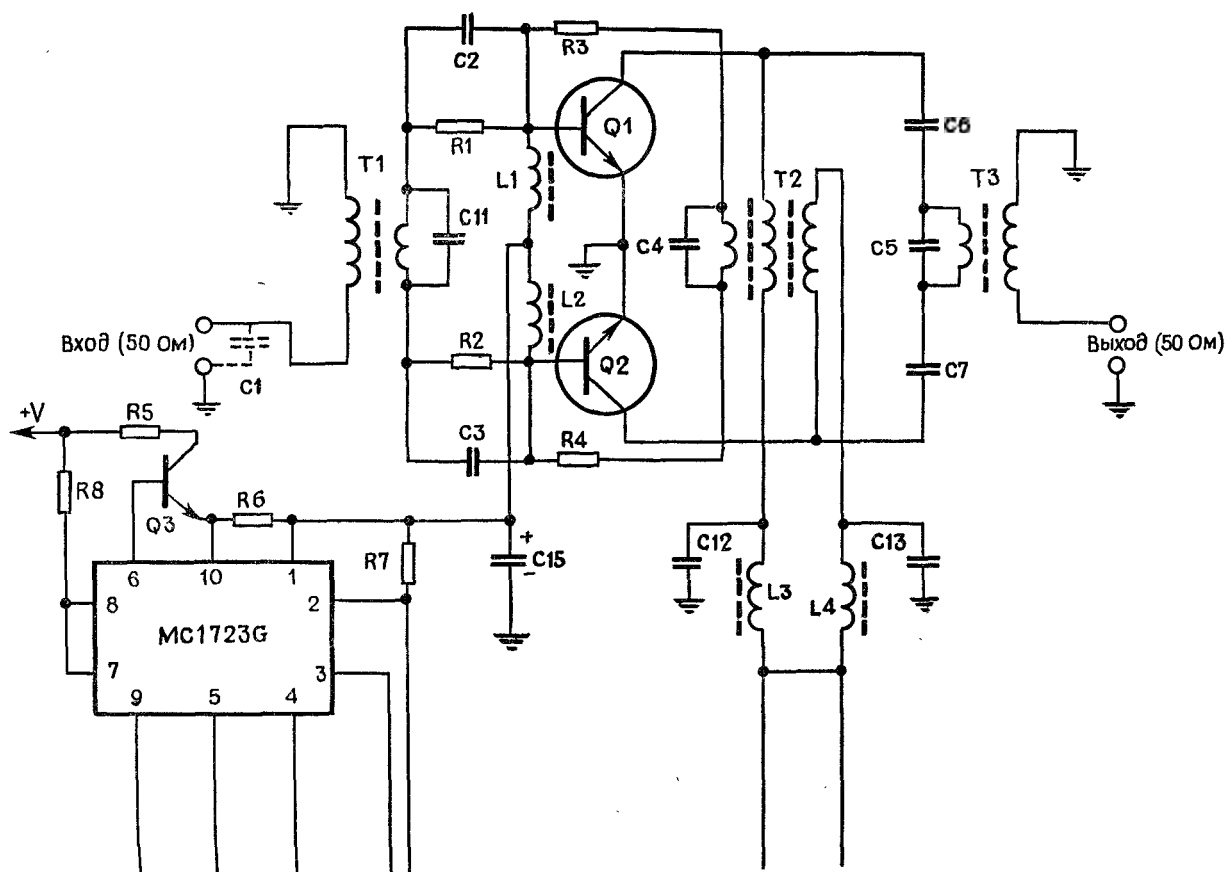
$C1 = C11 = 500$ пФ (слюдайой); $C2 = C9 = 10$ пФ; $C3 = 60$ пФ; $C4 = C5 = C6 = C7 = 250$ пФ; $C8 = 80$ пФ; $C10 = 40$ пФ; $C12 = 0,1$ мкФ (керамический); $C13 =$ мкФ (танталовый); $C14 \approx 680$ пФ (проходной керамический).

RFC1 – дроссель (0,15 мкГн); RFC2 – 10 витков из провода $d = 1,25$ мм с внутренним диаметром намотки 6,3 мм; В – 3 ферритовые бусины.

Полосковые линии: L1 – 12 x 3 мм; L2 – 35 x 3 мм; L3 – 40 x 3 мм; L4, L5 – 3 x 3 мм; L6 – 27 x 3 мм; L7 – 8 x 3 мм; L8 – 30 x 3 мм.

Печатная плата из фольгированного стеклодиэлектрика с $\epsilon_r = 5$, толщиной 1,6 мм. Разъемы типа BNC (CP-50).

Можно использовать транзистор КТ930А.

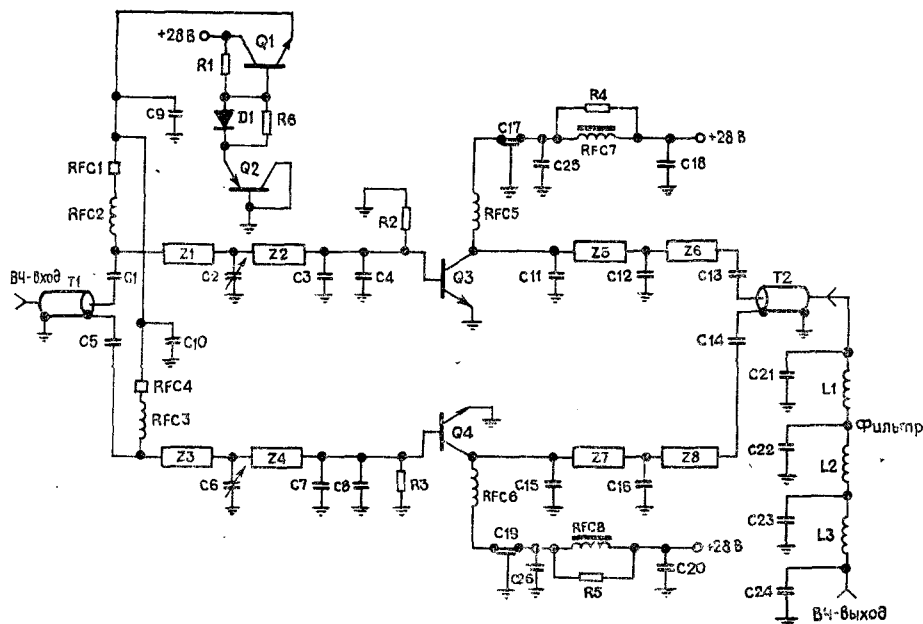


300-ваттный линейный усилитель.

$C1 = 100$ пФ; $C2 = C3 = 5600$ пФ; $C4 = C5 = 680$ пФ; $C6 = C7 = 0,1$ мкФ; $C11 = 470$ пФ; $C12 = C13 = 0,33$ мкФ; $C14 = 10$ мкФ (50 В, электролитический); $C15 = 500$ мкФ (3 В, электролитический); $C16 = 1000$ пФ; $R1 = R2 = 2$ по 3,3 Ом (0,5 Вт) в параллель; $R3 = R4 = 2$ по 3,9 Ом (0,5 Вт) в параллель; $R5 = 47$ Ом (5 Вт); $R6 = 1,0$ Ом (0,5 Вт); $R7 = R8 = 1,0$ кОм (0,5 Вт); $R9 = 18$ кОм (0,5 Вт); $R10 = 8,2$ кОм (0,5 Вт); $R11$ — подстроечный потенциометр на 1,0 кОм; $D1$ — 2N5190; $L1, L2$ — ВЧ-дрессель на сердечнике из материала M2000; $L3, L4$ — по 6 ферритовых бусин из материала M2000 (каждая); $Q1, Q2$ — MRF422; $Q3$ — 2N5990.

Все конденсаторы, кроме электролитических и $C16$, — высокочастотные керамические.

Возможны замены: 2N5190 → КТ315Г; MRF422 → КТ947А; 2N5990 → КТ817А.



Двухтактный линейный усилитель мощностью 100 Вт на диапазон частот 420–450 МГц.

T1 и T2 – коаксиальные трансформаторы длиной 64 мм; R1 = 1 кОм (0,5 Вт); R2 = 10 Ом (0,5 Вт); R3 = 10 Ом (0,5 Вт); R4 = R5 = 5,6 Ом (1 Вт); R6 = 2,7 Ом (0,25 Вт).

Микрополосковые линии: Z1 и Z3 – 45,7 x 5,08 мм; Z2 и Z4 – 7,62 x 5,08 мм; Z5 и Z7 – 7,62 x 3,81 мм, Z6 и Z8 – 35,6 x 3,81 мм.

RFC1, RFC4 – ВЧ-дроссели с ферритовым сердечником; RFC2, RFC3 – дроссели (0,15 мкГн); RFC5, RFC6 – 1 виток из провода $d_1 = 0,96$ мм из оправке $d_2 = 8$ мм; RFC7, RFC8 – дроссели цепи питания;

C1 = C3 = C4 = C5 = C7 = C8 = C11 = C15 = 40 пФ (керамические высокочастотные); C12 = C16 = 25 пФ (керамические высокочастотные); C13 = C14 = C22 = C23 = 15 пФ (керамические высокочастотные); C9 = C10 = C18 = C20 = 1 мкФ (танталовые); C21 = C24 = 10 пФ (керамические высокочастотные); C2 – C6 – керамические подстроечные; C17 = C19 = 1000 пФ (керамические проходные); C25 = C26 = 0,1 мкФ (керамические).

L1 = 24 нГн (отрезок провода диаметром 2,1 мм, длиной 31 мм); L2 = 12 нГн (отрезок провода диаметром 2,1 мм, длиной 15,5 мм); L3 = 24 нГн (отрезок провода диаметром 2,1 мм, длиной 31 мм)

Печатная плата из фольгированного стеклотекстолита $\epsilon R = 5$ размерами 200 x 100 x 1,6 мм.

Q1 – 2N5192; Q2 – 2N5194; Q3, Q4 – MRF399; D1 – 1N4001.

Возможны замены: 2N5192 → КТ815А; 2N5194 → КТ814А; MRF399 → КТ909Б; 1N4001 → КД203.

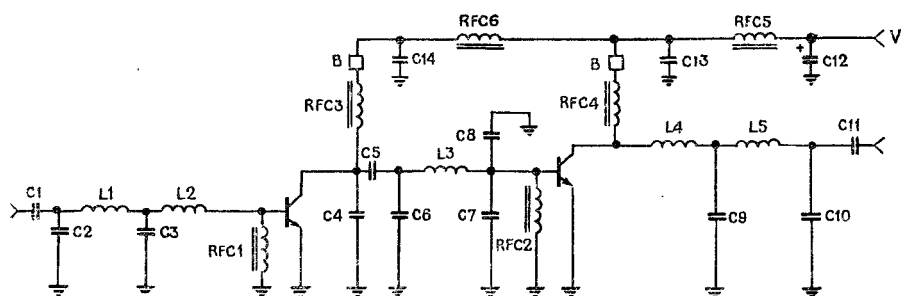
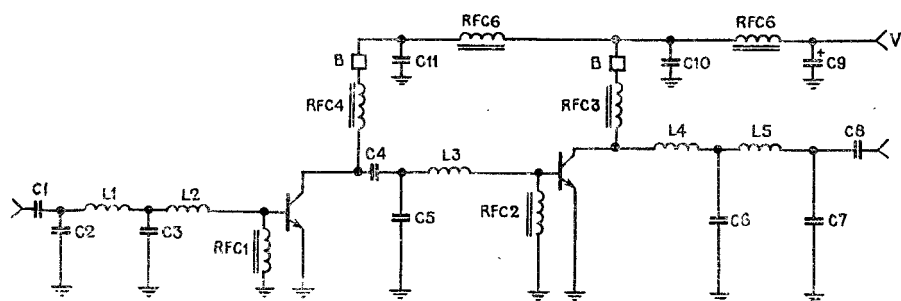
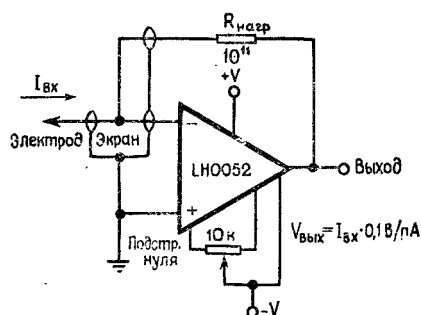


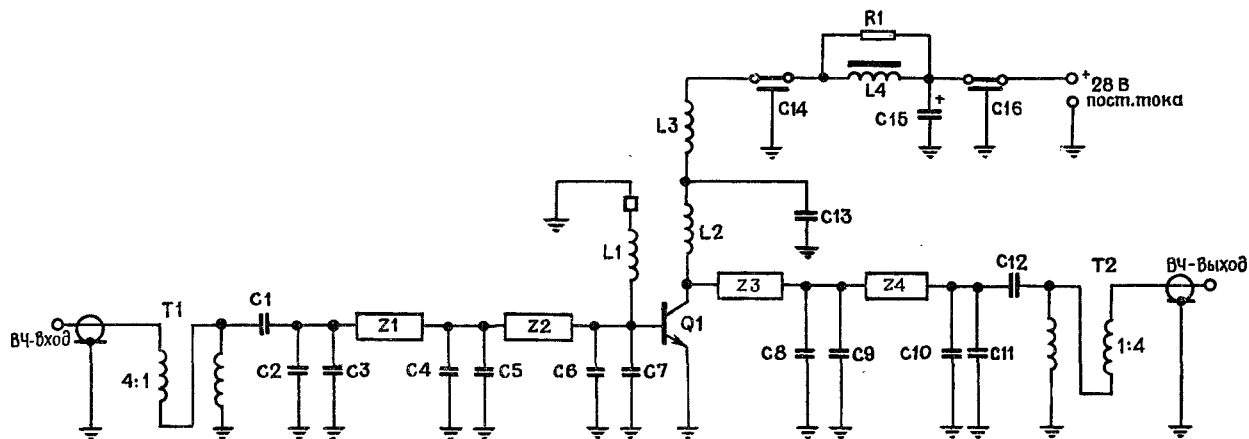
Схема СВЧ-усилителя на диапазон частот 136 — 160 МГц.



СВЧ-усилитель на диапазон частот 160 — 174 МГц.



Усилитель пикоамперных сигналов для рН-метров и детекторов излучения.
Можно использовать ОУ типа КР140УД18 или К1409УД1 с типовыми цепями коррекции.



Модуль 60-ваттного усилителя на диапазон частот 225 – 400 МГц.

$C1 = 62$ пФ; $C2 = C8 = 27$ пФ; $C3 = 24$ пФ; $C4 = 15$ пФ; $C5 = C9 = 30$ пФ; $C6 = C7 = 50$ пФ; $C10 = 10$ пФ; $C11 = 5,1$ пФ; $C12 = 150$ пФ; $C13 = 270$ пФ; $C14 = C16 = 680$ пФ (проходные керамические); $C15 = 1,0$ мкФ (50 В, танталовый). Все конденсаторы, кроме $C14 = C16$, – бескорпусные керамические высокочастотные.

$L1$ – ВЧ-дрессель (0,15 мкГн); $L2$ – 1 виток из провода диаметром 0,72 мм на оправке диаметром 3,2 мм; $L3$ – ВЧ-дрессель (0,15 мкГн); $L4$ – дрессель питания; $Q1$ – 2N6439; $R1$ – 10 Ом (2 Вт); $T1, T2$ – миниатюрные коаксиальные трансформаторы 25 Ом, длиной ~ 57 мм.

Микрополосковые линии: $Z1$ – 20,32 x 5,71 мм; $Z2$ – 5,08 x 5,71 мм; $Z3$ – $Z4$ – 13,9 x 3,17 мм.

Печатная плата из фольгированного фторопласта толщиной 0,78 мм.

В схеме можно использовать транзистор КТ930А.

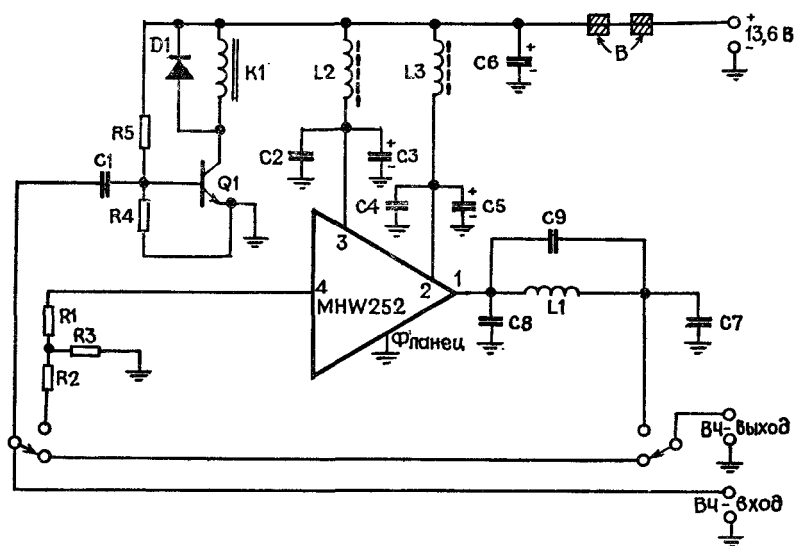
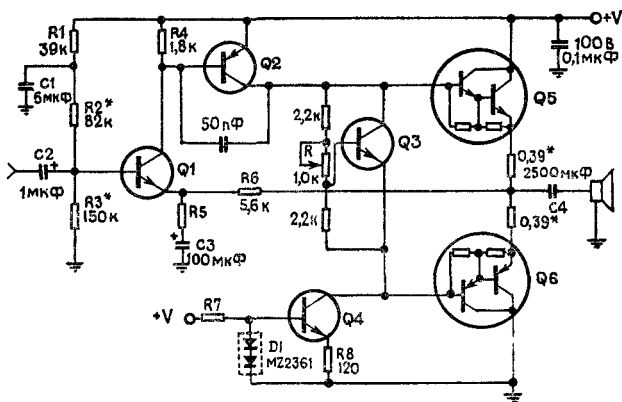
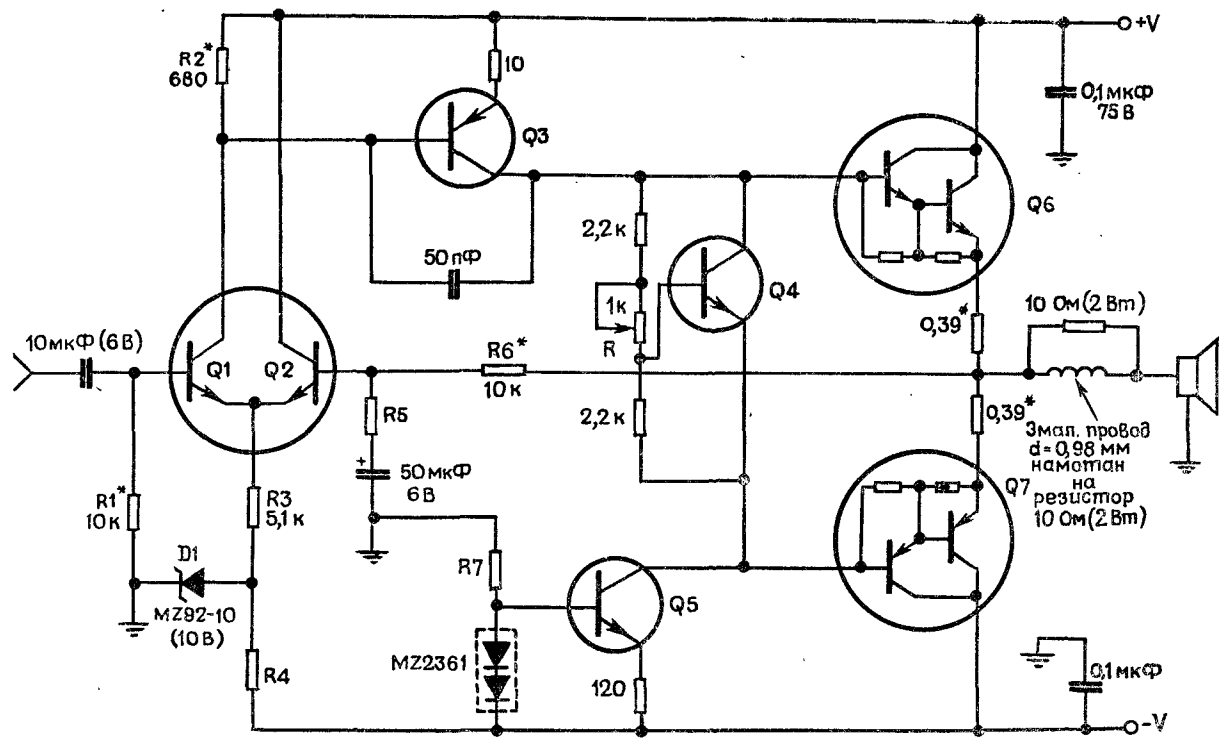


Схема 25-ваттного усилителя для портативной СВЧ-радиостанции.

Применена специальная гибридная ИМС СВ4-усилителя мощности фирмы Motorola.



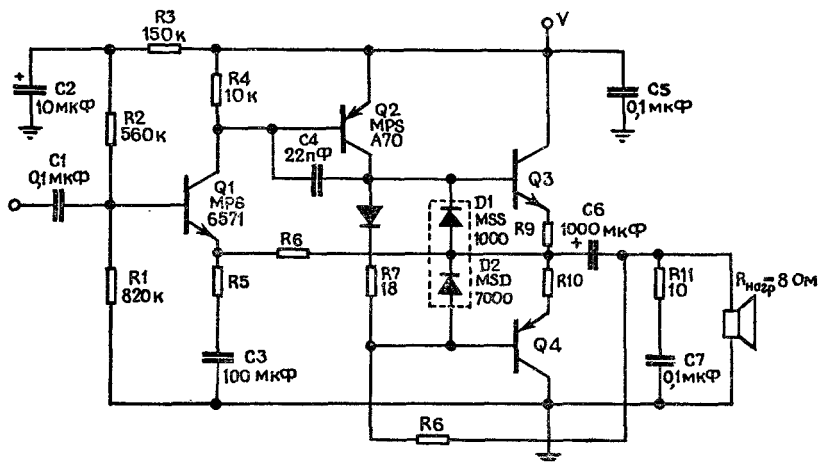
УНЧ мощностью 15 – 60 Вт с выходом по переменному току. [Все резисторы имеют точность +10%, кроме отмеченных звездочкой (их точность составляет $\approx \pm 5\%$).]



Усилитель мощностью 15 – 60 Вт. [Все резисторы имеют точность $\pm 10\%$, кроме отмеченных звездочкой (их точность равна $\pm 5\%$). 1

Элемент схемы или параметр	Мощность (эффективная), Вт											
	15		20		25		35		50		60	
Сопротивление нагрузки, Ом	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
V, В	±16	±19	±18	±23	±19	±24	±22	±28	±25	±33	±28	±36
R _д , кОм	1,5	2,2	2,0	3,3	2,2	3,3	3,0	3,9	3,6	5,6	3,9	6,2
R _с , Ом	1200	820	1000	750	1000	680	820	560	680	470	620	430
R ₇ , кОм	15	18	18	22	18	22	22	27	22	33	27	33
Q1, Q2	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8001	MD8002	MD8001	MD8002
Q3	MPSA55	MPSA55	MPSA55	MPSA55	MPSA55	MPSA55	MPSA55	MPSA56	MPSA55	MPSA56	MPSA56	MPSA56
Q4	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13	MPSA13
Q5	MPSA05	MPSA05	MPSA05	MPSA05	MPSA05	MPSA05	MPSA05	MPSA06	MPSA05	MPSA06	MPSA06	MPSA06
Q6	MJE1100	MJE1100	MJE1100	MJE1100	MJE1102	MJE1100	MJE6043	MJE6044	MJE6043	MJE6044	MJE6044	MJE6044
Q7	MJE1090	MJE1090	MJE1090	MJE1090	MJE1092	MJE1090	MJE6040	MJE6041	MJE6040	MJE6041	MJE6041	MJE6041
Минимальное тепловое сопротивление радиатора при температуре окружающей среды 55° С и 10%-ном увеличении напряжения питания, ° С/Вт	9,5		7,0		5,0		6,0		5,5		4,0	

Возможны замены: MZ92-10 → KC191A; MZ2361 → два диода КД521А; MD8001; MD8002 → KTC613A; MPSA55/56 → КТ502Е; MPSA13 → КТ503А; MPSA05/06 → КТ503Е; MJ E1100/6043/6044 → КТ827А; MJ E1090/6040/6041 → КТ825Г.



Усилитель мощностью 3–5 Вт (управляющий транзистор $p-n-p$ -типа).

Элемент схемы или параметр	Мощность, Вт	
	3	5
V, В	18	22
R5, Ом	180	150
R6, Ом	470	390
R9, R10, Ом	0,82	0,56
Q3 *	MPSU01 или MJE200	MPSU01 или MJE200
Q4 *	MPSU51 или MJE210	MPSU51 или MJE210
Тепловое сопротивление радиатора **, ° C/Вт	27,5 (для MPSU01/51) 36 (для MJE200/210)	16,8 (для MPSU01/51) 19,7 (для MJE200/210)

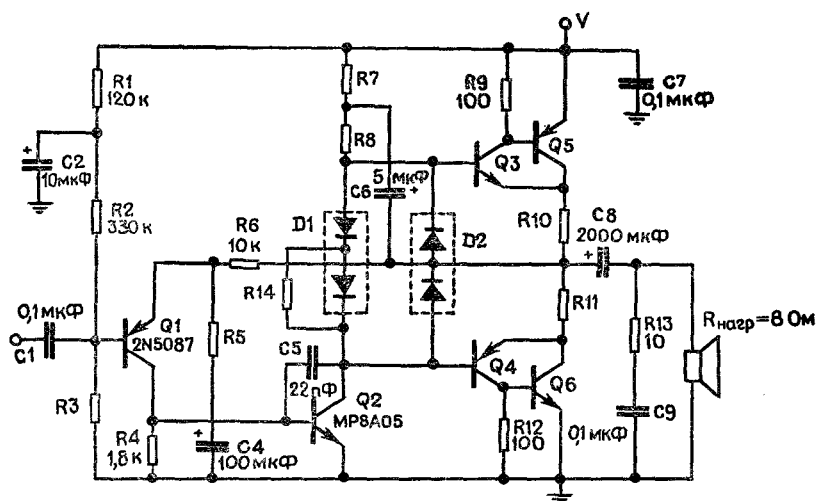
* Взаимозаменяемые типы элементов.

** При расчете температура окружающей среды принимается равной 50° C.

Транзисторы Q3 и Q4 размещены на одном радиаторе.

Возможны замены: MPS6571 → KT503Г; MPSA70 → KT502Г; MPSU01 → KT815A; MPSU51 → KT814A. Диоды — любые маломощные кремниевые.

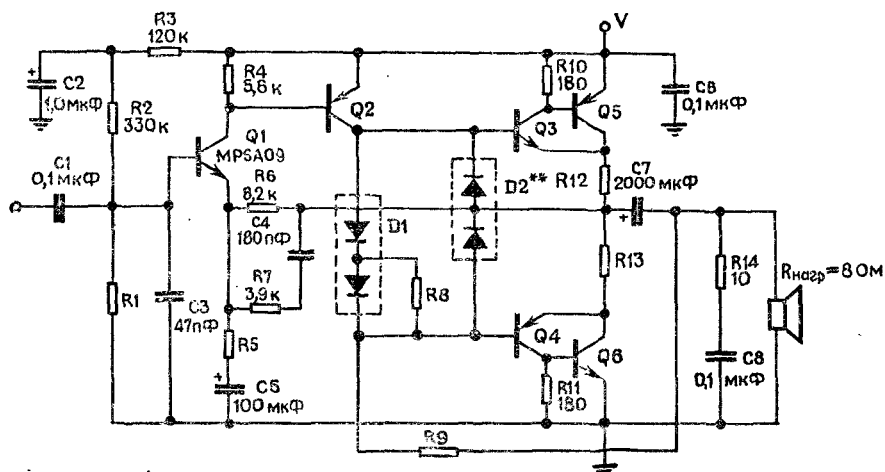
Возможны замены: 2N5087 → KT502Г; MPSA05 → KT503Г; MSD7000 → для диода типа КД521А; MPSU05 → KT503Д; MPSA55 → KT502Д; MJE170 → KT814Б; MJE105 → KT814В; MJE2901 → KT816Г; MJE180 → KT815Б; MJE205 → KT815В; MJE2801 → KT817Г.



Усилитель с выходной мощностью 7 – 35 Вт.

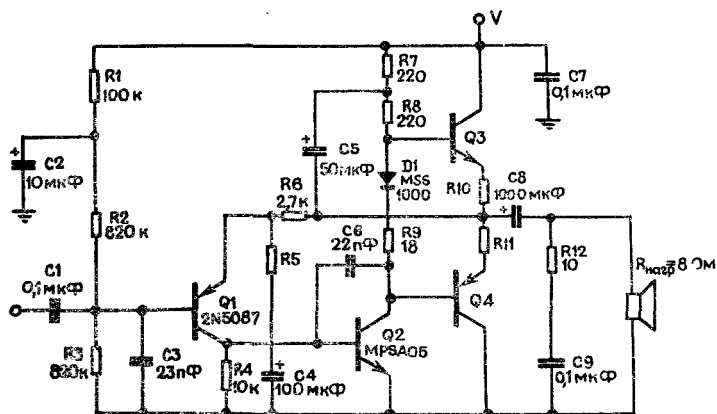
Элемент схемы или параметр	Выходная мощность, Вт					
	7	10	15	20	25	35
V, В	25	30	36	43	48	54
R3, кОм	560	560	620	620	680	680
R5, Ом	180	180	120	120	120	120
R7 и R8, кОм	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5,6
R10 и R11, Ом	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,33
R14, Ом	—	—	—	—	—	470
Q3	MP8A05	MP8A05	MPSU05 MJE180	MPSU05 MJE181	MPSU05 MJE181	MPSU05 MJE181
Q4	MP8A55	MP8A55	MPSU55 MJE170	MPSU55 MJE171	MPSU55 MJE171	MPSU55 MJE171
Q5	MJE170	MJE170	MJE105	MJE105	MJE2901	MJE2901
Q6	MJE180	MJE180	MJE205	MJE205	MJE2801	MJE2801
D1 и D2	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000
Тепловое сопротивление радиатора*, °С/Вт	15,8	9,8	6,2	4,7	3,4	2

* При расчете температура окружающей среды принимается равной 50° С.



Усилитель с выходной мощностью 7 – 35 Вт (управляющий транзистор *p-n-p*-типа)

Элемент схемы или параметр	Выходная мощность, Вт					
	7	10	15	20	25	35
V, В	25	30	38	46	48	54
R1, кОм	560	560	560	620	620	620
R5, Ом	100	82	100	100	150	180
R8, Ом	Номинал подбирается для установки тока коллектора транзистора Q5, равным 30 мА					
R9, кОм	4,7	4,7	8,2	8,2	8,2	8,2
R12 и R13, Ом	0,47	0,47	0,47	0,47	0,33	0,33
Q2	2N5087	2N5087	2N5087	2N5087	MPSA55	MPSA55
Q3	MPSA05	MPSA05	MPSU05 MJE220	MPSU05 MJE224	MPSA05 MJE224	MPSU05 MJE234
Q4	MPSA55	MPSA55	MPSU55 MJE230	MPSU55 MJE234	MPSU55 MJE234	MPSU55 MJE234
Q5	MJE230	MJE230	MJE105	MJE105	MJE2901	MJE2901
Q6	MJE220	MJE220	MJE205	MJE205	MJE2801	MJE2801
D1, D2	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000	MSD7000
Тепловое сопротивление радиатора °C/Вт	15,3	9,8	6,2	4,7	3,4	2



Усилитель мощностью 3 – 5 Вт (управляющий транзистор *n-p-n*-типа).

Элемент или параметр	Мощность, Вт	
	3	5
V, В	17	22
R5, Ом	120	100
R10, R11, Ом	0,82	0,56
Q3	MPSU01	MPSU01
Q4	MPSU51	MPSU51
Тепловое сопротивление радиатора*, °C/Вт	27,5	16,8

* При расчете температура окружающей среды принимается равной 50° С.

Возможны замены: 2N5087 → KT502A; MPSA05 → KT603A; M SS1000 → КД521А; MPSU01 → KT815A; MPSU51 → KT814A.

* При расчете температура окружающей среды принимается равной 50° С. Транзистор Q5 и Q6 размещены на одном радиаторе.

** Диод D2 обеспечивает ограничение тока при перегрузке (размещен на радиаторе выходных транзисторов).

Замена элементов аналогична замене для схемы на стр. 331

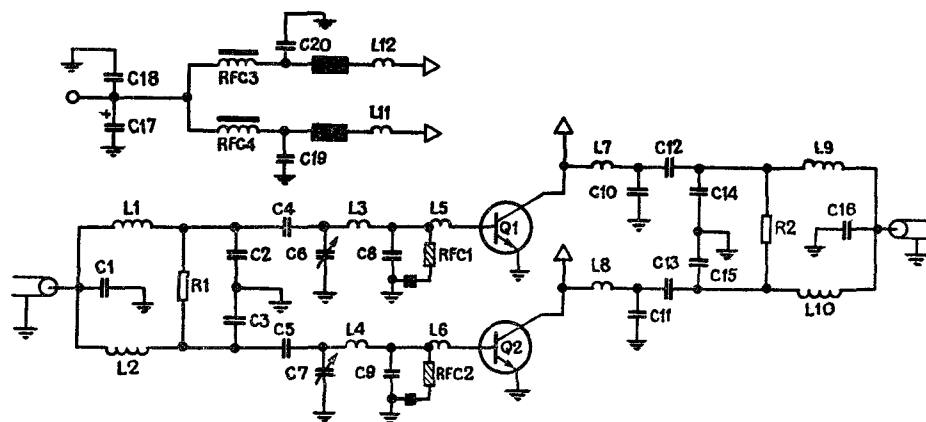


Схема 60-ваттного СВЧ-усилителя.

$C1 = C16 = 25$ пФ; $C2 = C3 = 15$ пФ (слодьяные); $C4 = C5 = 68$ пФ; $C6, C7$ — подстроечные конденсаторы; $C8 = C9 = 150$ пФ; $C10 = C11 = 56$ пФ; $C12 = C13 = 39$ пФ; $C14 = C15 = 15$ пФ; $C17 = 100$ мкФ (16 В, электролитический); $C18 = C19 = C20 = 680$ пФ (керамические проходные).

$L1, L2$ — 7 витков провода диаметром 1,2 мм на оправке диаметром 3,12 мм; $L3 - L8$ — печатные катушки индуктивности; $L9, L10$ — 7 витков из провода диаметром 1,2 мм на оправке диаметром 3,12 мм; $L11, L12$ — 4 витка из провода диаметром 1,2 мм на оправке диаметром 6,25 мм с ферритовой бусиной.

$Q1, Q2$ — MRF264; RFC1, RFC2 — ВЧ-дрессели (0,15 мкГн); RFC3, RFC4 — 4 ферритовые бусины на проводе диаметром 1,2 мм; $R1 = 100$ Ом (0,5 Вт, углеродистый); $R2 = 100$ Ом (2 Вт, углеродистый).

Можно использовать транзисторы типа КТ909А.

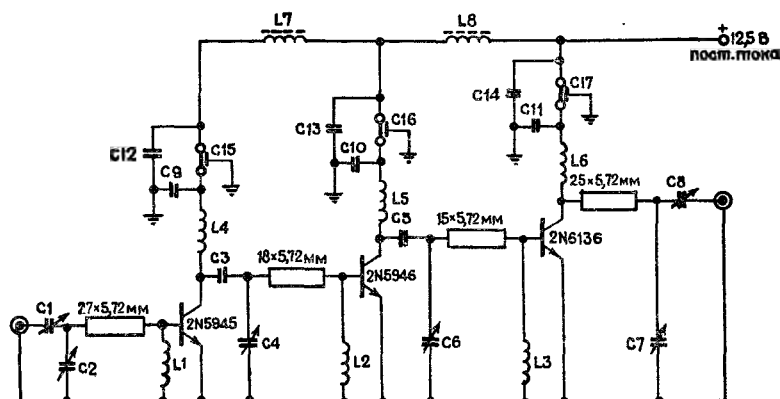


Схема 25-ваттного усилителя на диапазоне частот 450 – 470 МГц.

$C1 = C2 = C4 = C6 = C7 = C8 = 1,5 \div 20$ пФ (подстроечные); $C3 = C5 = 10$ пФ (слюдяные); $C9 = C10 = C11 = 0,1$ мкФ (керамические); $C12 = C13 = C14 = 1$ мкФ (танталовые); $C15 = C16 = C17 = 470$ пФ (проходные керамические).

$L1 - L3$ – ВЧ-дроссели (3,9 мкГн) с ферритовым сердечником; $L4 - L6$ – 5 витков из провода диаметром 0,95 мм на каркасе диаметром 5 мм; $L7, L8$ – дроссели питания.

Печатная плата толщиной 5 мм из двустороннего фольгированного стеклотластика.

Возможны замены: 2N5945 → КТ934А; 2N5946 → КТ934Б; 2N6136 → КТ934В.

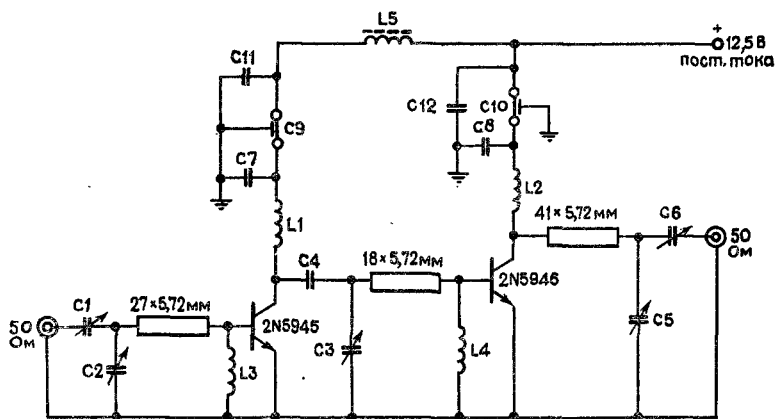


Схема 10-ваттного усилителя на диапазон частот 450 – 470 МГц.

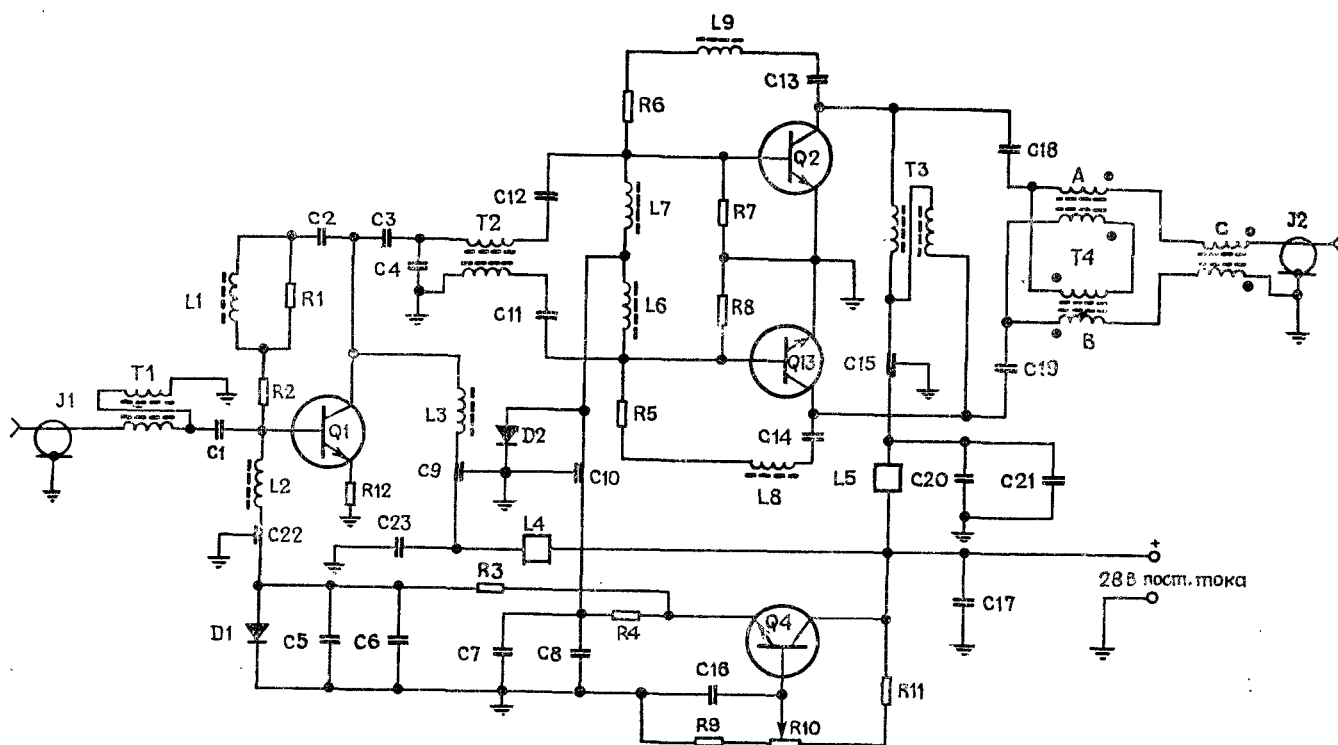
$C1 = C2 = C3 = C5 = C6 = 1,5 \div 20$ пФ (подстроечные); $C4 = 10$ пФ (слюдяной); $C7 = C8 = 0,1$ мкФ (керамические);

$C9 = C10 = 470$ пФ (керамические проходные), $C11 = C12 = 1$ мкФ (танталовые);

$L1, L2$ – 5 витков из провода диаметром 0,95 мм на каркасе диаметром 5 мм; $L3, L4$ – ВЧ-дроссели с ферритовым сердечником (3,9 мкГн); $L5$ – дроссель питания.

Печатная плата толщиной 1,6 мм из двустороннего фольгированного стеклотластика.

Возможны замены: 2N5945 → КТ934А; 2N5946 → КТ934Б.



Широкодиапазонный линейный усилитель мощностью 160 Вт.

C1 = 33 нФ (майларовый); C2 = C3 = 10 нФ (майларовые); C4 = 620 пФ (стольной); C5 = C7 = C16 = 0,1 мкФ (керамические); C6 = 100 мкФ (15 В, электролитический); C8 = 500 мкФ (6 В, электролитический); C9 = C10 = C15 = C22 = 1000 лФ (керамические проходные); C11 = C12 = 10 нФ; C13 = C14 = 15 нФ (майларовые), C17 = 10 мкФ (35 В) (электролитический); C18, C19, C21 — по два майларовых конденсатора емкостью 68 нФ в параллель; C20 = 0,1 мкФ (дисковый керамический); C23 = 0,1 мкФ (дисковый керамический);

R1 = 220 Ом (0,25 Вт, углеродистый); R2 = 47 Ом (0,5 Вт, углеродистый); R3 = 820 Ом (1 Вт, проволочный); R4 = 35 Ом (5 Вт, проволочный); R5, R6 — по два углеродистых резистора 150 Ом (0,5 Вт) в параллель; R7 = R8 = 10 Ом (0,5 Вт, углеродистые); R9 = R11 = 1 кОм (0,5 Вт, углеродистые); R10 — потенциометр 1 кОм (0,5 Вт); R12 = 0,85 Ом (6 резисторов по 5,1 Ом или 4 резистора по 3,3 Ом (0,25 Вт) в параллель, распределенные равномерно между обоими эмиттерными выводами транзистора Q1);

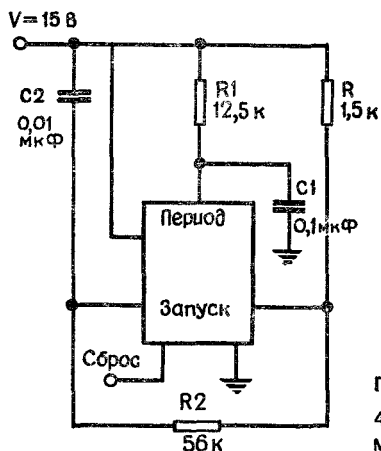
Трансформатор T1 (4:1) содержит 6 витков двумя скрученными парами из провода диаметром 0,48 мм (шаг скрутки 3,5 на 1 см); T2 — инвертор (1:1), содержит 6 витков двумя скрученными парами из провода диаметром 0,58 мм (шаг скрутки 2,5 на 1 см); T3 — коллекторный дроссель, содержит 4 витка двумя скрученными парами из провода диаметром 0,75 мм (шаг скрутки 2,5 на 1 см); L1 — дроссель (0,33 мкГн); L2, L6, L7 — дроссели (10 мкГн); L4, L5 — по 3 ферритовых бусины; L8, L9 — дроссели (0,22 мкГн).

Q1 — 2N6370; Q2, Q3 — 2N5942; Q4 — 2N5190; D1 — 2N4001; D2 — 1N4997; J1, J2 — разъемы типа BNC (CP-50).

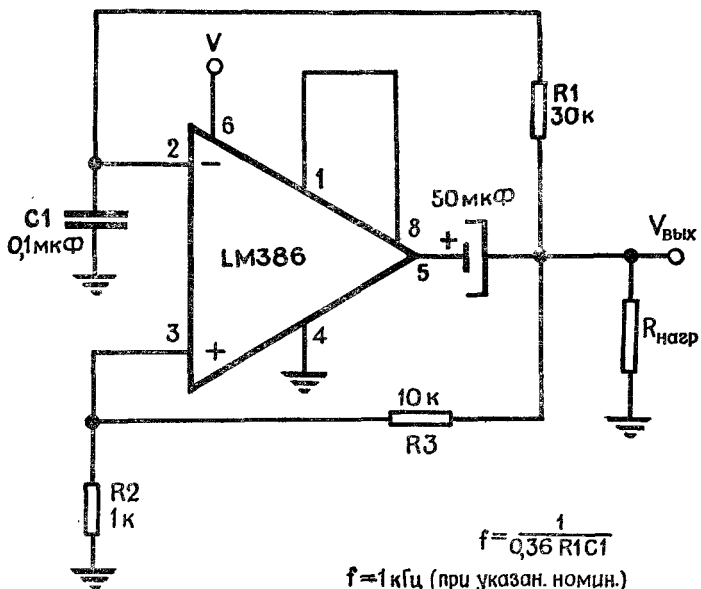
Возможны замены: 2N 6370 → КТ921А; 2N 5942 → КТ927А; 2N 5190 → КТ815А; 1N 4001 → КД208; 1N 4997 → КД510А.

Глава 13

Генераторы



Генератор прямоугольных колебаний частотой 400 Гц на ИМС NE558.
Можно использовать ИМС типа КР1006ВИ1.



Генератор прямоугольных колебаний.

Можно использовать ОУ типа К157УД1 с типовыми цепями коррекции.

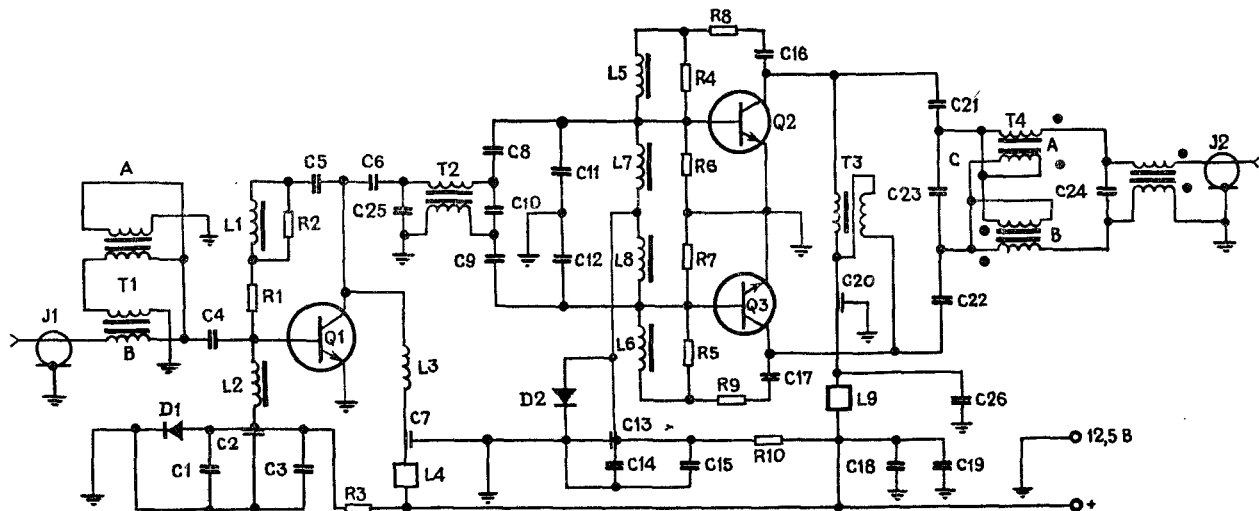


Схема усилителя с напряжением питания 12,5 В.

$C1 = C14 = C18 = 0,1$ мкФ (керамические); $C2 = C7 = C13 = C20 = 1$ нФ (проходные керамические); $C3 = 100$ мкФ (3 В); $C4 = C6 = 33$ иФ (майларовые); $C5 = 4,7$ иФ (майларовый); $C8 = C9 = 15$ и 33 нФ в параллель (майларовые); $C10 = 470$ пФ (слюдяной); $C11 = C12 = 560$ пФ (слюдяные); $C15 = 1000$ мкФ (3 В); $C16 = C17 = 15$ нФ (майларовые); $C19 = 10$ мкФ (15 В); $C21, C22$ – по два майларовых конденсатора 68 нФ в параллель; $C23 = 330$ пФ (слюдяной); $C24 = 39$ пФ (слюдяной); $C25 = 680$ пФ (слюдяной); $C26 = 10$ нФ (керамический).

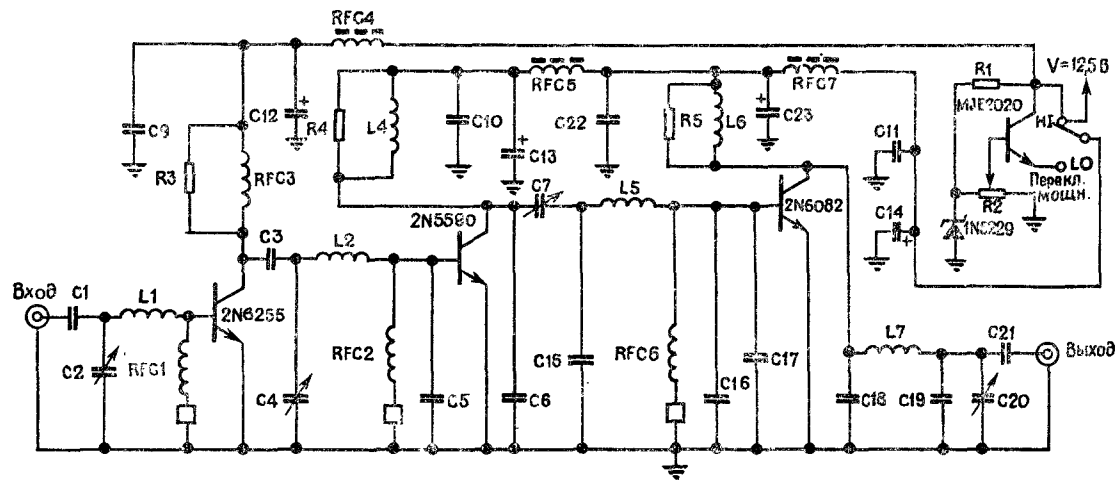
$R1 = R6 = R7 = 10$ Ом (0,5 Вт, углеродистые); $R2 = 51$ Ом (0,5 Вт, углеродистый); $R3 = 240$ Ом (1 Вт, проволочный); $R4 = R5 = 18$ Ом (1 Вт, углеродистые); $R8 = R9 = 27$ Ом (2 Вт, углеродистые); $R10 = 33$ Ом (6 Вт, проволочный).

$L1$ – дроссель (0,22 мкГн); $L2, L7, L8$ – дроссели (10 мкГн); $L5 = L6 = 0,15$ мкГн; $L3 = 1,0$ мкГн – 25 витков из провода диаметром 0,48 мм на резисторе 100 Ом (2 Вт); $L4, L9$ – по 3 ферритовых бусины каждая.

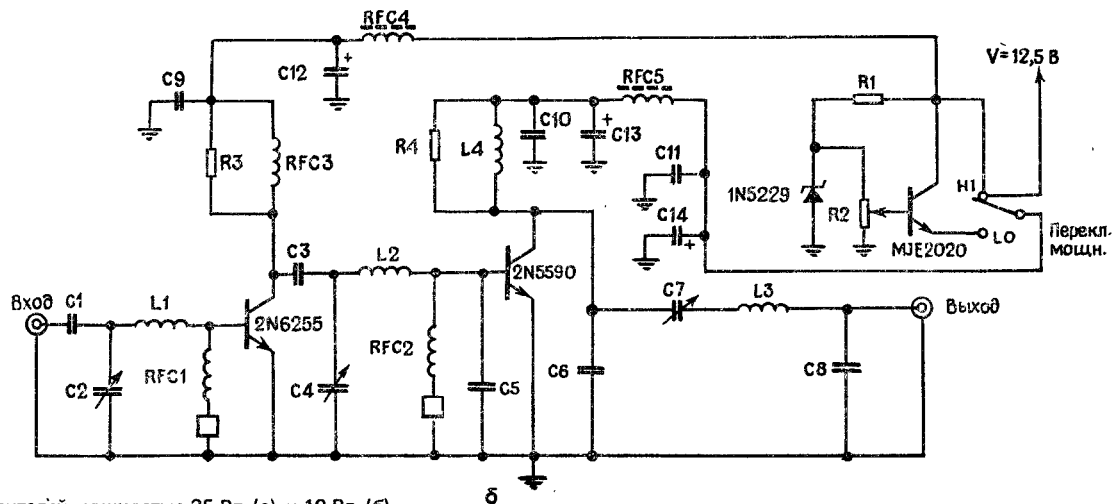
Трансформатор $T1$ содержит 4 витка (А) и 6 витков (В) двумя скрученными парами из провода диаметром 0,48 мм (шаг скрутки 3 на 1 см); трансформатор $T2$ содержит 6 витков двумя скрученными парами из провода диаметром 0,6 мм (шаг скрутки 3 на 1 см); трансформатор $T3$ содержит 4 витка двумя скрученными парами из провода диаметром 0,95 мм (шаг скрутки 2,4 на 1 см); трансформатор $T4$ содержит по 5 витков (для А и В) двумя скрученными парами из провода диаметром 0,6 мм (шаг скрутки 3 на 1 см). Катушка С содержит 8 витков скрученной парой из провода диаметром 0,6 мм.

Q1 2N6367; Q2, Q3 2N6368; D1 7N4001; D2 1N4997; J1, J2 – разъемы типа BNC.

Возможны замены: 2N6367 → КТ934А; 2N6368 → КТ934Б; 1N4001 → КД208; 1N4997 → КД510А.



а



Схемы усилителей мощностью 25 Вт (а) и 10 Вт (б).

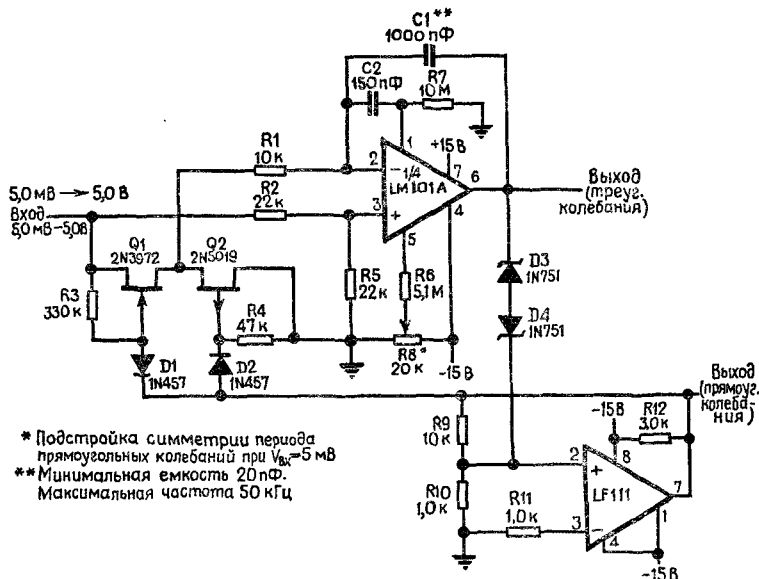
Пояснения

1. Большинство элементов одинаковы для обоих усилителей.
2. C8 и L3 не используются в схеме 25-ваттного усилителя.
3. Усилитель выполнен на печатной плате из фольгированного диэлектрика.

C1 = C3 = 10 пФ; C5 = C6 = C16 = C17 = C18 = 56 пФ; C8 = 36 пФ; C15 = C21 = 22 пФ; C19 = 33 пФ (слоистые с посеребренными обкладками); C9 = C10 = C22 = 1 нФ (керамические дисковые); C11 = 10 нФ (керамический дисковый); C12 = C13 = C23 = 1,0 мкФ (35 В, танталовые); C14 = 10 мкФ (25 В, алюминиевый электролитический); C2 = C4 = C7 = C20 = 8 – 60 пФ (подстроечные конденсаторы).

L1, L2 – 1,5 витка из провода диаметром 1,7 мм на оправке диаметром 6,25 мм (30 нГн); L3 – 1,5 витка из провода диаметром 1,7 мм на оправке диаметром 7,6 мм (35 нГн); L4, L6 – 3 витка из провода диаметром 1,7 мм на резисторе 100 Ом (45 нГн); L5 – отрезок провода диаметром 1,7 мм U-образной формы длиной 20,2 мм (12 нГн); L7 – отрезок провода диаметром 1,7 мм длиной 28 мм в форме дуги окружности диаметром 19 мм (15 нГн); RFC1, RFC2, RFC6 – ВЧ-дрессели (0,15 мкГн) с ферритовой бусиной на земляном выводе; RFC3 – 7 витков из провода диаметром 0,95 мм, намотанного на резисторе R3 (100 нГн); RFC4, RFC5, RFC7 – дрессели питания; R1 = 91 Ом (2 В, ± 5%, углеродистый); R2 – потенциометр, 100 Ом (0,25 Вт); R3 = 560 Ом (1 Вт, ± 10%, углеродистый); R4 = R5 = 100 Ом (1 Вт, ± 10%, углеродистый).

Возможны замены: 2N 6255 → КТ934А; 2N 5590 → КТ934Б; 2N 6082 → КТ934В; 1N5229 → Д818Г; MJE2020 → КТ819А.



Генератор, управляемый напряжением, на диапазон 10 Гц — 10 кГц.

Возможны замены: 2N3972 → КП302В; 2N5019 → КП103К; 1N457 → КД514А; LM101A → К153УД6; 1N751 → КС147А; LF111 → К554СА3А.

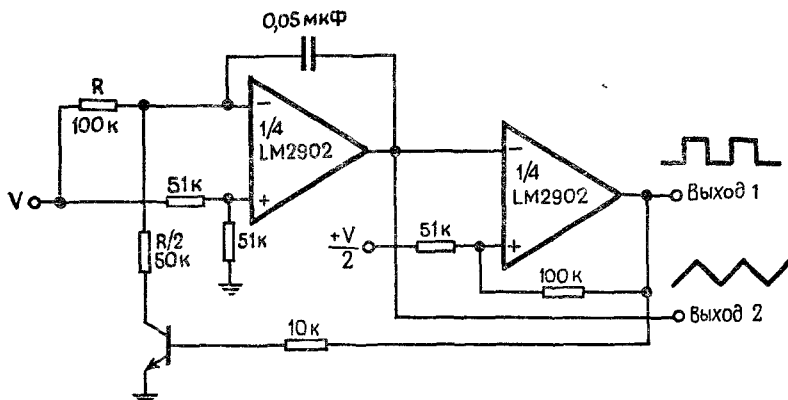
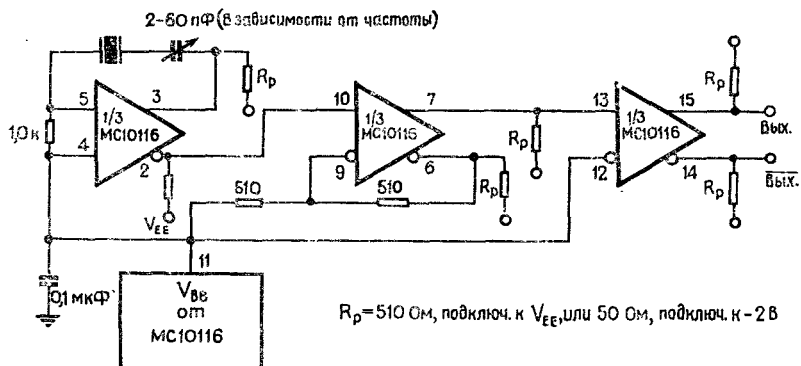
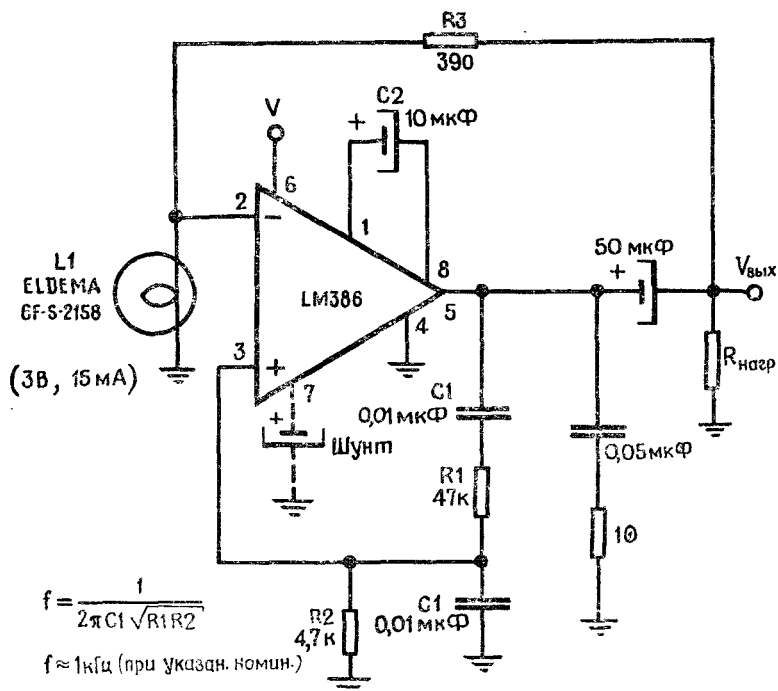


Схема генератора, управляемого напряжением.

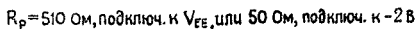
Можно использовать ОУ типа К140УД2 и любой маломощный кремниевый транзистор.



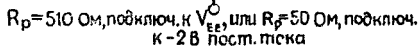
Базовая схема кварцевого ЭСЛ-генератора. [Частотный диапазон 1 — 20 МГц.]
Возможна замена: MC10116 → К500ЛП116.



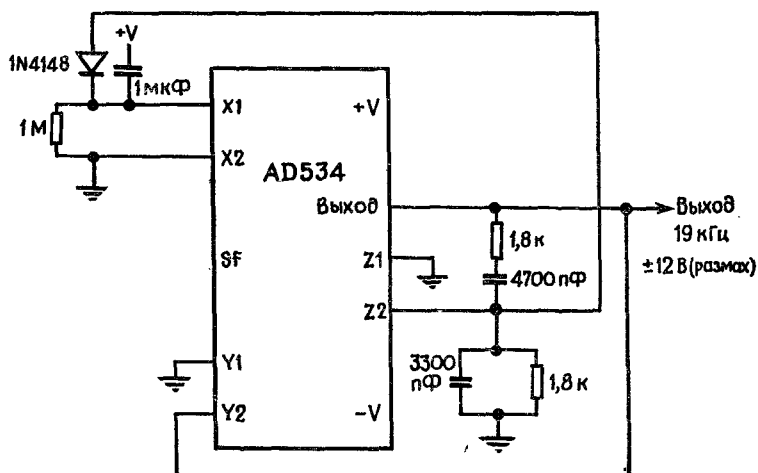
Генератор с малыми искажениями повышенной мощности.
Можно использовать ОУ типа К157УД1 с типовыми целями коррекции.



Можно использовать ИМС типа К500ЛП116.

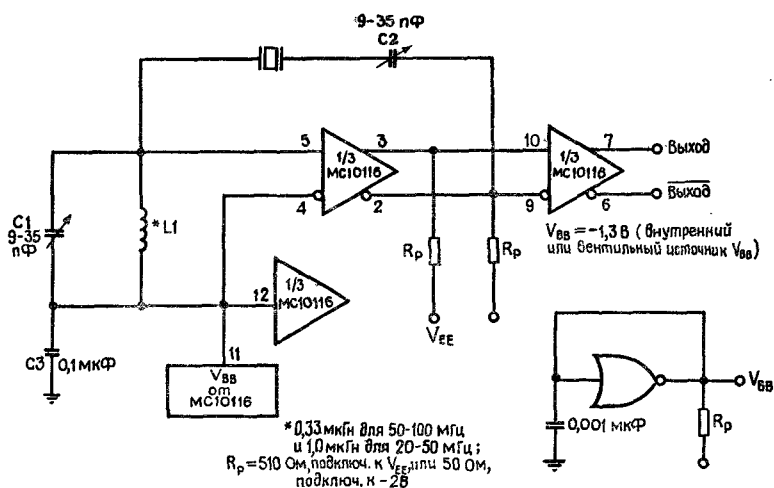


Можно использовать ИМС типа К500ЛМ101



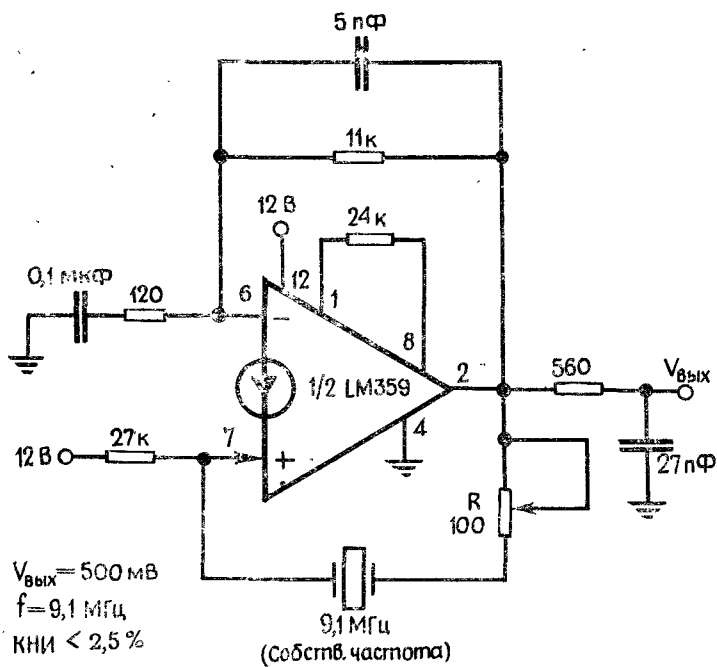
Стабилизированный генератор с мостом Вина.

Возможны замены: AD534 → К525ПС3; 1N4148 → КД521А.



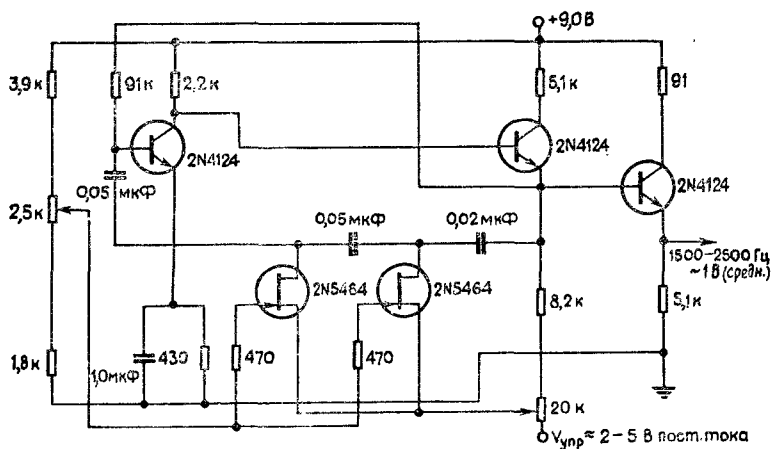
Кварцевый ЭСЛ-генератор на гармониках. [Частотный диапазон 20 – 100 МГц (в зависимости от частоты кварца и настройки конденсатора).]

Можно использовать ИМС типа К500ЛП116.



Генератор синусоидального сигнала с кварцевой стабилизацией.

Можно использовать ИМС типа К1401УД1

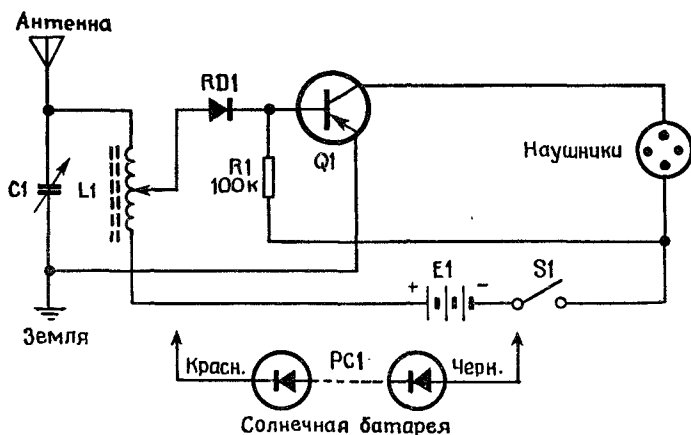


Генератор, управляемый напряжением.

Возможны замены: 2N4124 → КТ3102Д; 2N5464 → К504НТ3А

Глава 14

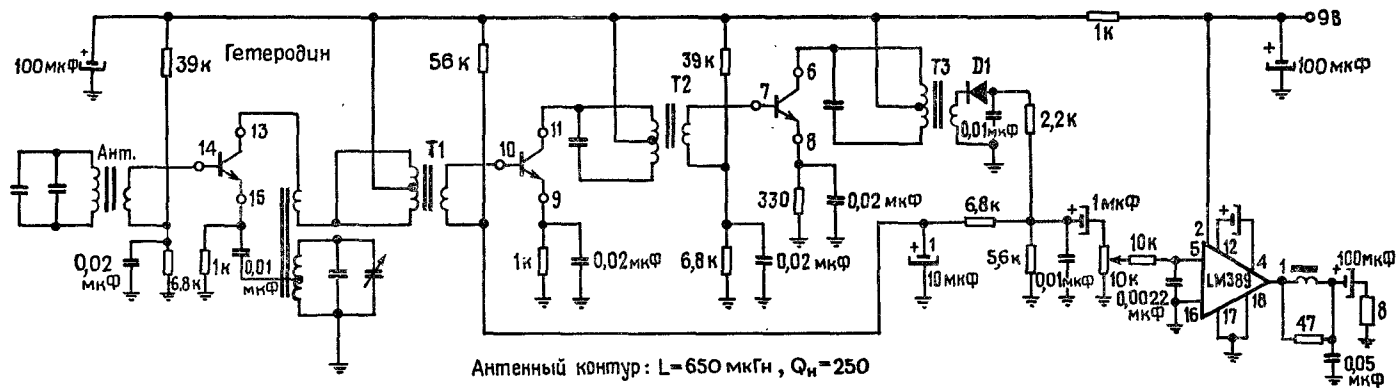
Схемы узлов видео-и телевизионных приемников



Однокаскадный транзисторный радиоприемник.

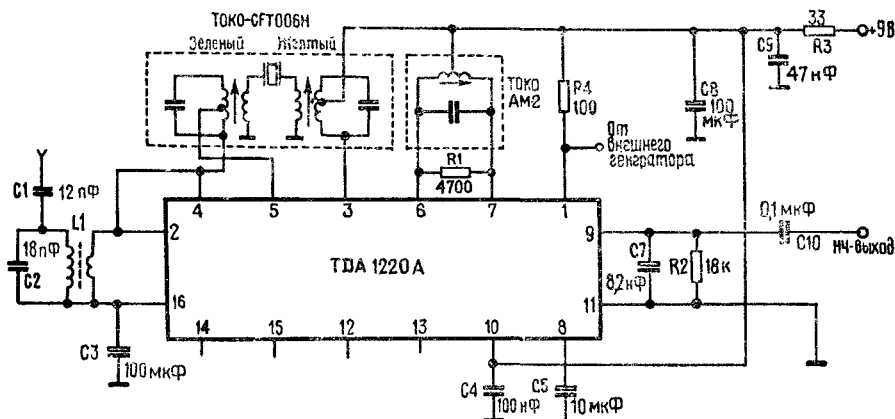
Q1 — *p-n-p*-транзистор WEP254; L1 — антенный контур J. W. Miller No. 2004 (или аналогичный)
C1 — 365 пФ (переменный) RD1 — германиевый диод WEP134; R1 = 10 кОм (0,5 Вт); S1 — однопо-
лосный выключатель; E1 — батарея 3 В (два элемента по 1,5 В, включенные последовательно)

Можно использовать любые маломощные германиевые диоды и транзисторы.

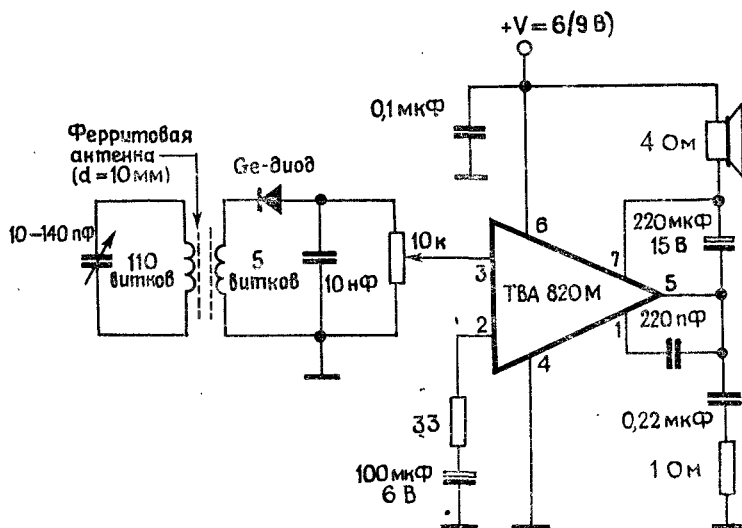


Простая схема супергетеродинного радиоприемника.

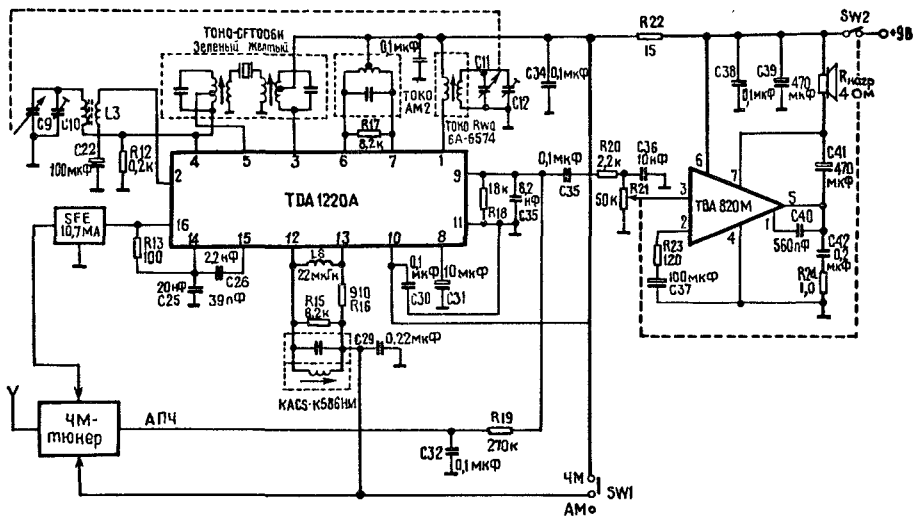
Возможны замены: LM389 → К174УН4 (в типовом включении); D1 — любой маломощный германиевый диод. Транзисторы — любые кремниевые транзисторы типа КТ315 или аналогичные. Можно использовать сборку типа К198НТ3.



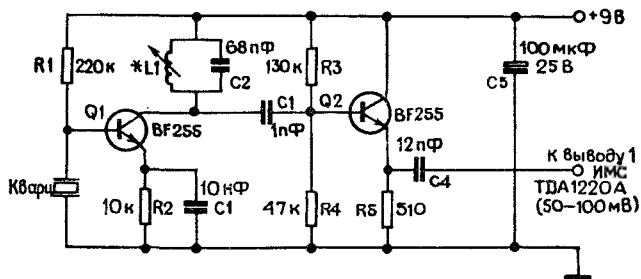
Недорогой приемник на частоту 27 МГц с внешним кварцевым генератором.
Можно использовать ИМС АМ-тракта из серии К174.



Недорогой АМ-радиоприемник на диапазон 0,5 – 1,5 МГц.
В схеме можно использовать ИМС К174УН4 в типовом включении и германиевый диод типа ГД507



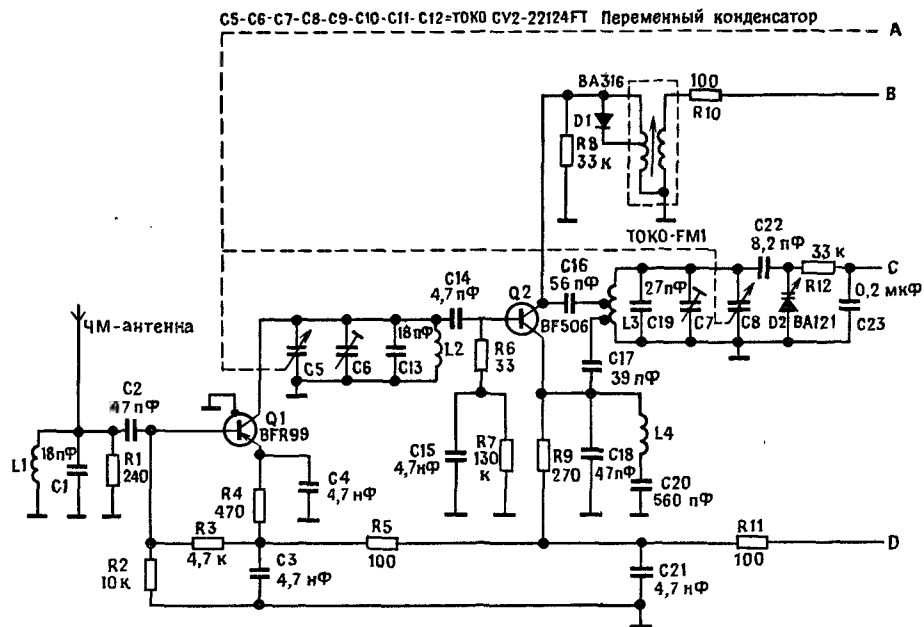
Недорогой АМ—ЧМ-приемник с выходной мощностью 1,6 Вт ($V = 9 В$).
Можно использовать ИМС серии К174.

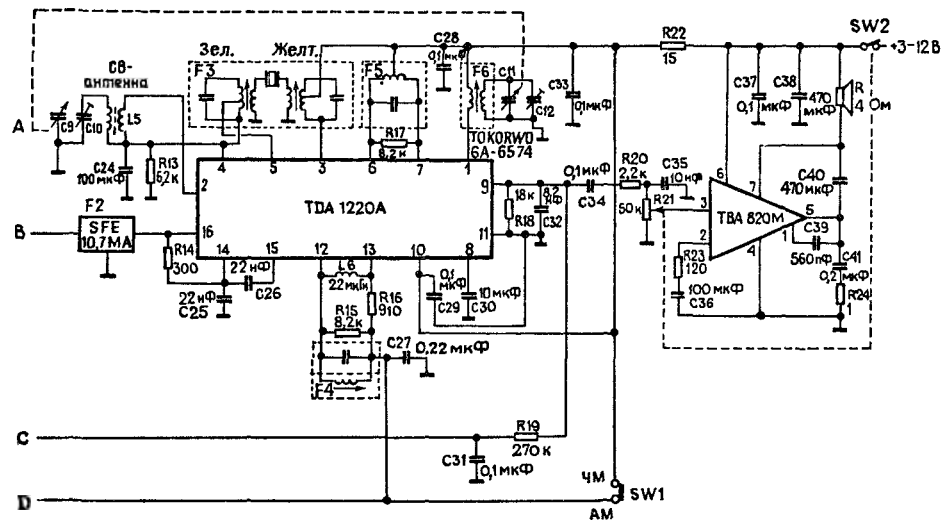


Внешний кварцевый генератор для недорогого приемника на 27 МГц.

* 85 витков эмалированного провода диаметром 0,9 мм на каркасе $d=6$ мм.

Можно использовать транзисторы типа КТ316Б.





Недорогой АМ — ЧМ-радиоприемник.

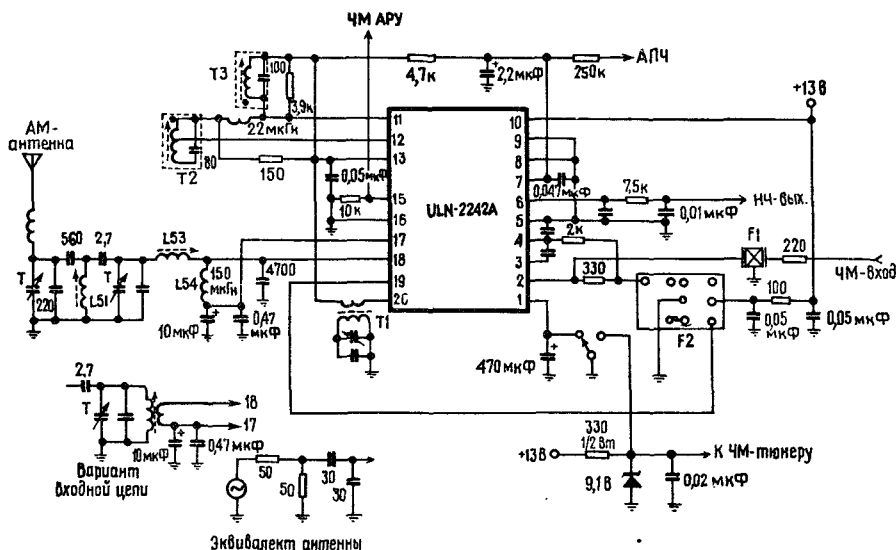
L1 — антенный ЧМ-контур содержит 6 витков медного провода диаметром 0,9 мм. Внутренний диаметр намотки 4 мм (шаг намотки 1 мм). L2 — настраиваемый ЧМ-контур УВЧ содержит 5 витков медного провода диаметром 0,9 мм. Внутренний диаметр намотки 4 мм (шаг намотки 0,5 мм).

L3 — контур ЧМ-гетеродина содержит 4 витка медного провода диаметром 0,9 мм. Внутренний диаметр 4 мм (шаг намотки 2 мм)

L4 — 18 витков медного провода диаметром 0,6 мм. Внутренний диаметр намотки 2,5 мм. Намотка плотная.

L5 — антенный СВ-контур фирмы TELEVOX

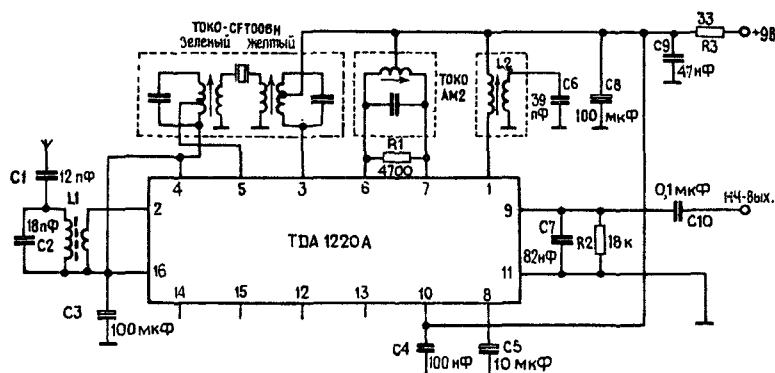
Можно использовать ИМС серии К174.



Недорогой автомобильный приемник.

F1 - SFE10.7MA - ЧМ-фильтр УПЧ; F2 - CFZ455C - АМ-фильтр УПЧ; T1 - RWO-6A6640BM - АМ-контур гетеродина ($Q_H = 50$, отношение витков 11:1); T2 - RLCS-4A789360 - АМ-контур детектора (256 мкГн, $Q_H = 75$, отношение витков 5,4 : 1).

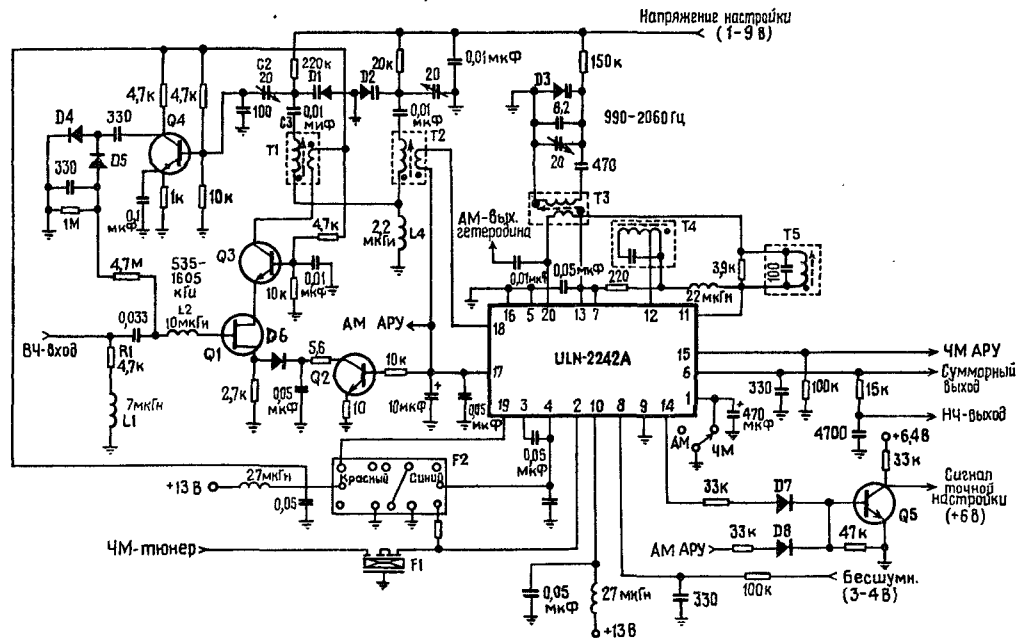
Можно использовать ИМС АМ-ЧМ-тракта из серии K174.



Чувствительность: 10 мкВ для $\frac{S+N}{N} = 26$ дБ

Недорогой приемник на 27 МГц.

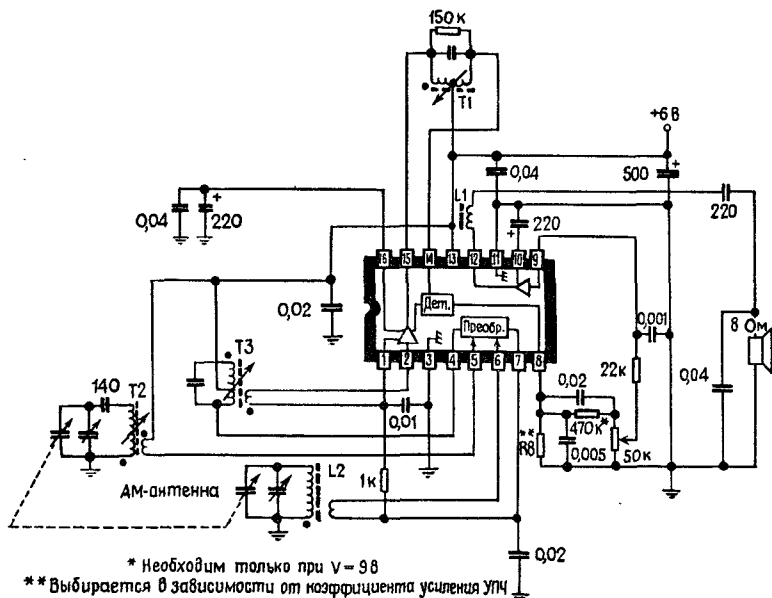
Можно использовать подходящую ИМС АМ-тракта из серии K174



Автомобильный приемник с электронной настройкой.

D1 – D3 – варикапы KV1215 или SVC311; D4 – D8 – диоды общего назначения 1N914 или 1N4148; F1 – SFJ 10.7MA (ЧМ–ПЧ-фильтр); F2 – CFU455C (ПЧ–АМ-фильтр); T1 – RWOS-6A7894 (АО, 178 мкГн, $Q_H = 120$, отношение витков 10 : 1); T2 – RWOS-6A7894АО (ПЧ–АМ-фильтр, 178 мкГн, $Q_H = 120$, отношение витков 10 : 1); T3 – RWOS-6A7892АО (контур АМ-гетеродина, $Q_H = 120$, отношение витков 5 : 1); T4 – RLCS-4A7893G0 (контур АМ-детектора, 256 мкГн, $Q_H = 75$, отношение витков 5,4 : 1); T5 – ВКАС-К3651НМ (контур ЧМ-детектора, $Q_H = 65$); Q1 : MPF820 ВЧ-ЧМ-усилитель); Q2 – Q5 – 2N4124 (усилитель общего назначения).

Возможны замены: 1N 914 → КД521А; KV1215 → Д901; MPF820 → КЛ312А; 2N4124 → КТ339В; ИМС ULN- 2242А → аналогичная микросхема по функциональному назначению из серии К174 (в типовом включении)



АМ-радиоприемник на одной микросхеме.

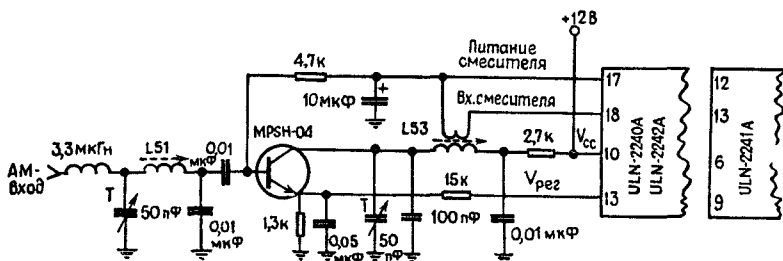
Пояснения. Провода громкоговорителя необходимо располагать как можно дальше от антенны. Катушка L1 – и конденсатор емкостью 0,04 мкФ, шунтирующий громкоговоритель, могут отсутствовать.

L1 – НЧ-дроссель 10 мкГн ($Q_H = 2$ (на частоте 2,52 МГц), 3 витка на ферритовой бусине); L2 – антенный АМ-контур ($Q_H = 250$, отношение витков 110 : 10, на стержне из материала М400 размерами 10х90 мм)

T1 – контур АМ-детектора ($C = 390$ пФ, $Q_H = 130$ на частоте 455 кГц, 100 витков с отводом от середины); T2 – контур АМ-гетеродина (460 мкГн, $Q_H = 120$ на частоте 796 кГц, отношение витков 110 : 11); T3 – ПЧ – АМ-трансформатор ($C = 180$ пФ, $Q_H = 145$ на частоте 455 кГц, отношение витков 155 : 10, отвод от 127-го витка первичной обмотки).

Можно использовать ИМС К174ХА10 (в типовом включении)

Приемник



Автомобильный тюнер с УВЧ-каскадом.

Можно использовать транзистор КТ339В

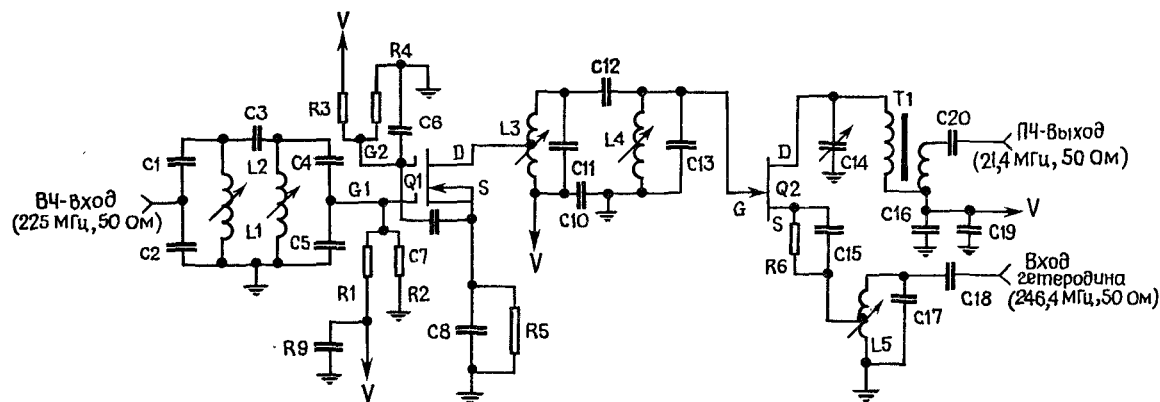


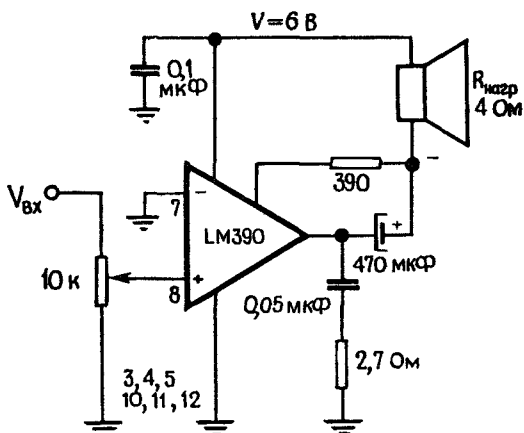
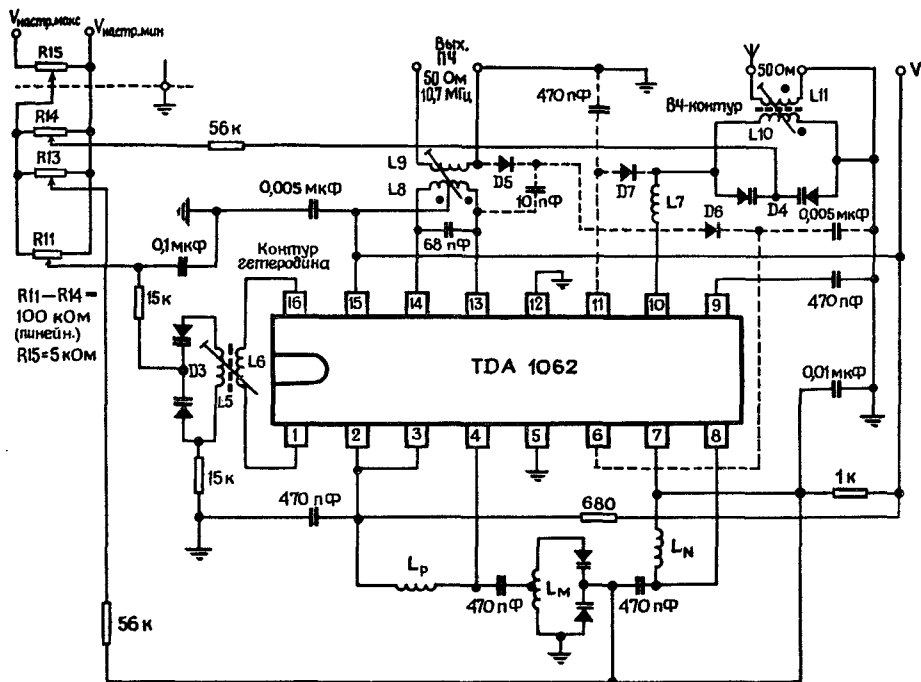
Схема приемника на 225 МГц.

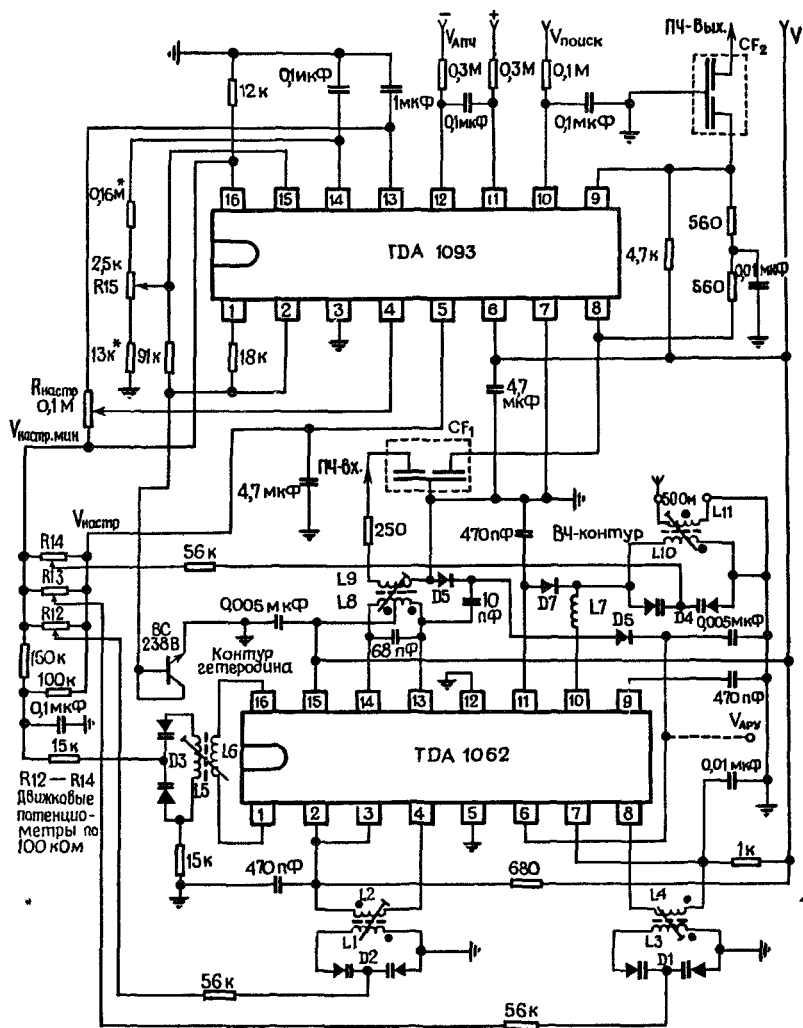
$C1 = 8,2$ пФ (дисковый керамический); $C2 = 43$ пФ (слюдяной); $C3 = 0,2$ пФ (керамический трубчатый); $C4 = 12$ пФ (дисковый керамический); $C5 = 15$ пФ (слюдяной); $C6 = C7 = C8 = C9 = C10 = C16 = 220$ пФ (керамические дисковые); $C11 = 10$ пФ (слюдяной); $C12 = 0,47$ пФ (керамический трубчатый); $C13 = 3,6$ пФ (керамический трубчатый); $C14 = 8-60$ пФ (подстроечный); $C15 = C19 = 0,01$ мкФ (керамические дисковые); $C17 = C18 = 3$ пФ (слюдяные); $C20 = 24$ пФ (слюдяной).

$R1 = 300$ кОм (0,25 Вт, углеродистый); $R2 = 27$ кОм (0,2 Вт, углеродистый); $R3 = 62$ кОм (0,25 Вт, углеродистый); $R4 = 56$ кОм (0,25 Вт, углеродистый); $R5 = 220$ Ом (0,25 Вт, углеродистый); $R6 = 910$ Ом (0,25 Вт, углеродистый); $L1 = 70$ нГн (2,5 витка провода диаметром 0,95 мм на каркасе диаметром 7,2 мм с латунным сердечником); $L2 = L4 = 60$ нГн ($2\frac{1}{6}$ витка провода диаметром 0,95 мм на каркасе диаметром 7,2 мм с латунным сердечником); $L3 = 55$ нГн ($1\frac{5}{6}$ витка провода диаметром 0,95 мм на каркасе диаметром 7,2 мм с латунным сердечником, отвод от 0,5 витка с "холодного" конца); $L5 = 70$ нГн (2,5 витка провода диаметром 0,25 мм на каркасе диаметром 7,2 мм с латунным сердечником, отвод от 0,67 витка с "холодного" конца); $Q1 - 3N201$; $Q2 - 2N5486$; $T1$ — первичная обмотка содержит 18 витков провода диаметром 0,58 мм на тороиде из феррита М-50, вторичная обмотка содержит 4 витка провода диаметром 0,58 мм, скрученного с последними четырьмя витками первичной обмотки (считая от "холодного" конца).

В схеме возможны замены: $3N201 \rightarrow KP306B$; $2N5486 \rightarrow KP312A$.

364





* Металлопленочные резисторы

Высококачественный ЧМ-тракт на специализированных ИМС фирмы AEG.
Возможна замена: TDA1062 → K174XA15.

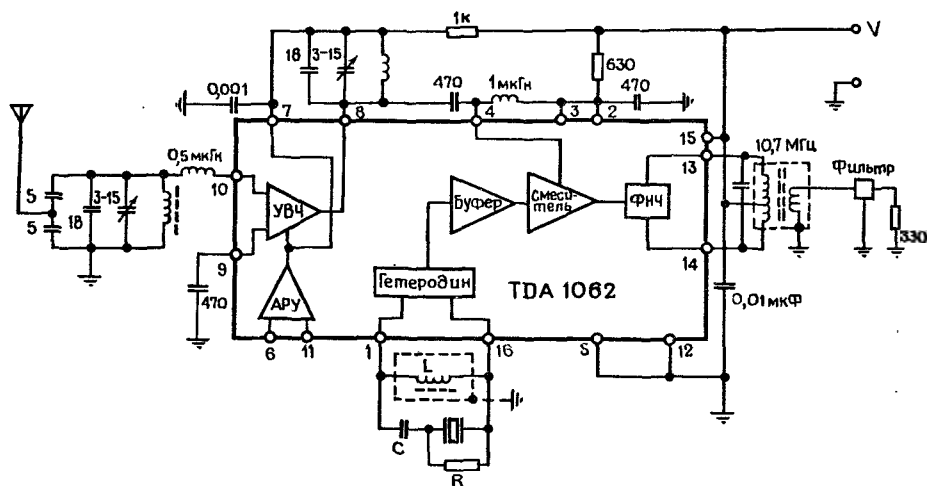
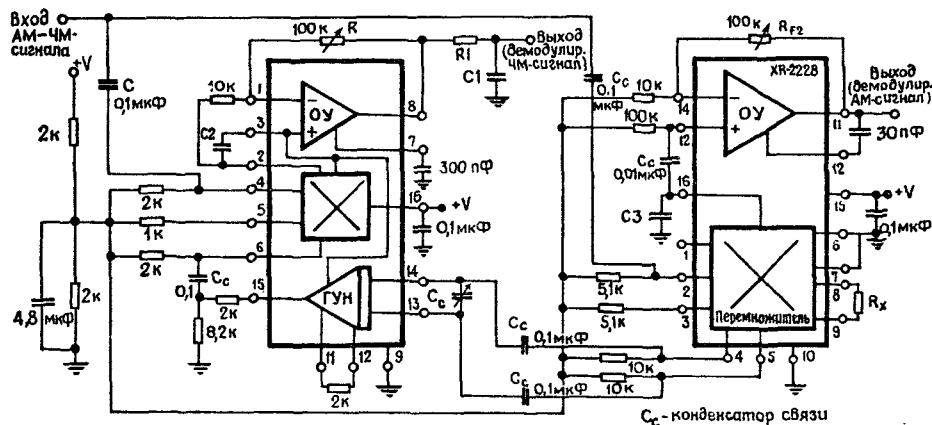


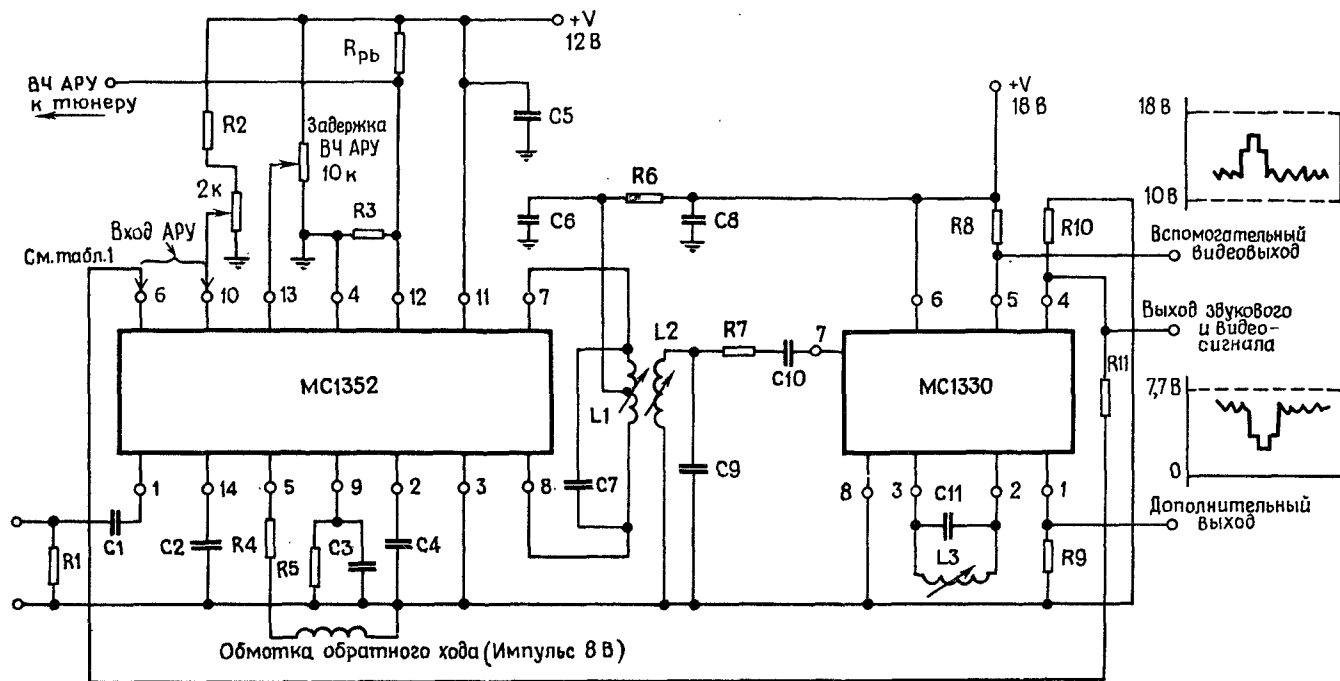
Схема ВЧ-тракта с кварцевой стабилизацией частоты гетеродина на ИМС TDA1062 фирмы AEG.

Возможна замена: TDA1062 → K174XA15.



Высококачественный АМ – ЧМ-детектор на ИМС XR-215 и XR-2228.

Пример схемы с использованием функциональных ФАПЧ и демодулятора фирмы EXAR.



$R1 = 50 \text{ Ом}$
 $R2 = 3,9 \text{ кОм}$
 $R4 \rightarrow \text{см. табл. 1}$
 $R5 = 220 \text{ кОм}$
 $R6 = 220 \text{ Ом}$
 $R7 = 22 \text{ Ом}$
 $R8 = 3,3 \text{ кОм}$
 $R9 = R10 = 3,9 \text{ кОм}$
 $R11 = 4,7 \text{ кОм}$
 $C1 = 1 \text{ нФ}$
 $C2 = C5 = C6 = C8 = 0,1 \text{ мкФ}$
 $C3 = 0,25 \text{ мкФ}$
 $C7, C9, C11 \rightarrow \text{см. табл. 2}$

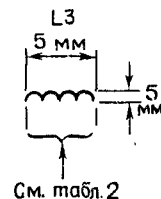
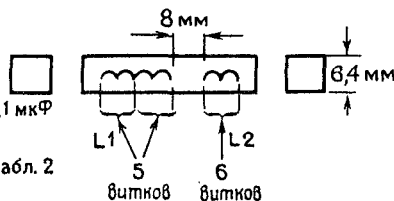


Таблица 1

Поларность видео- сигнала	Сигнал на выводе 6	Сигнал на выводе 10	R4
Отриц. синхро- импульс	5,5 В  2,0 В --- 0	Подстройка 1,0 - 4,0 В (типичн. зн. 2,0 В)	0
Полож. синхро- импульс	Подстройка 1,0 - 8,0 В (типичн. зн. 4,5 В)	4,5 ---  0	3,9 к

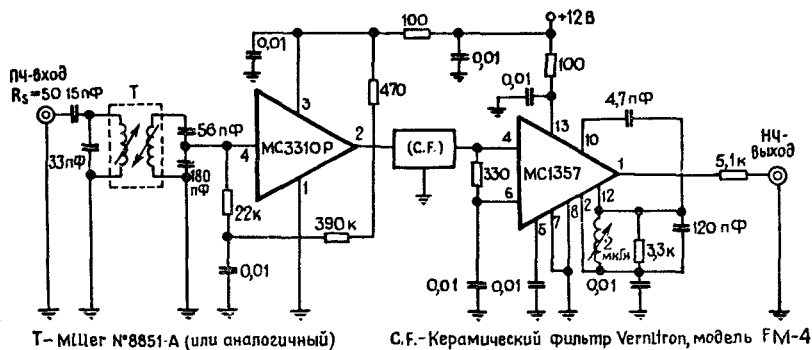
Таблица 2

Элемент схемы	Частота, МГц		
	36	45	58
C7, пФ	24	15	10
C9, пФ	18	12	10
C11, пФ	33	33	18
L3, витки	12	10	10

УПЧИ и видеодетектор на ИМС MC1330 и MC1352 фирмы Motorola.

Обмотки L1 и L2 выполнены из провода диаметром 0,32 мм в нейлоновой оплетке (настройка осуществляется сердечником из материала с высокой проницаемостью). Обмотка L3 выполнена из провода диаметром 0,48 мм в нейлоновой оплетке (настройка осуществляется за счет деформации витков).





УПЧ на ИМС MF C4010/MC1357 фирмы Motorola.

Глава 15

Схемы узлов передатчиков и приемопередатчиков

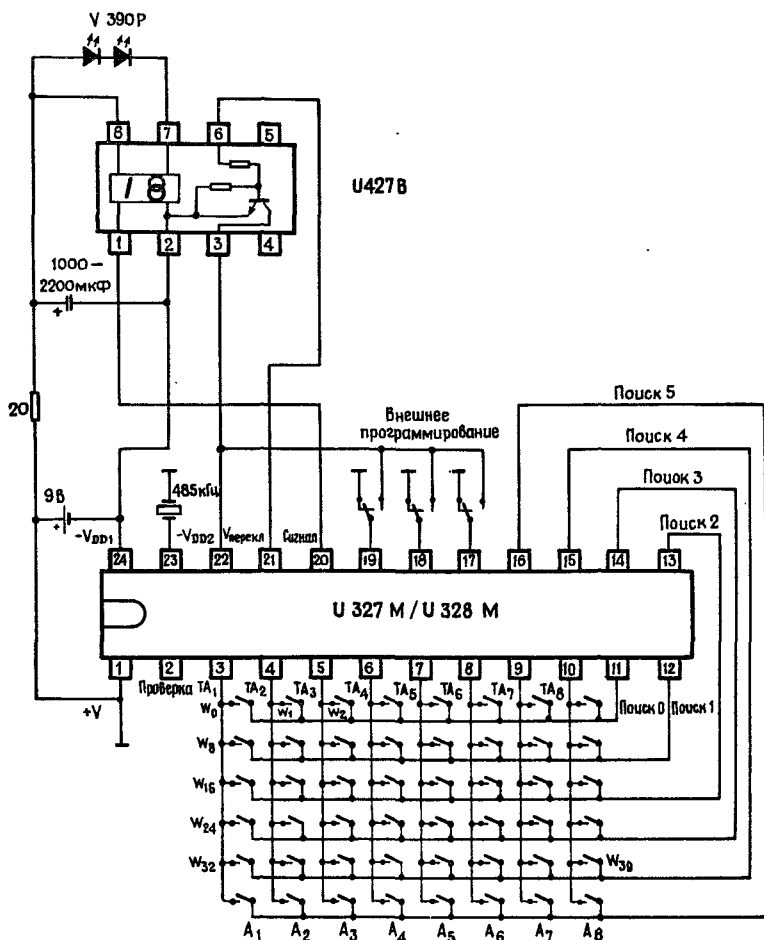
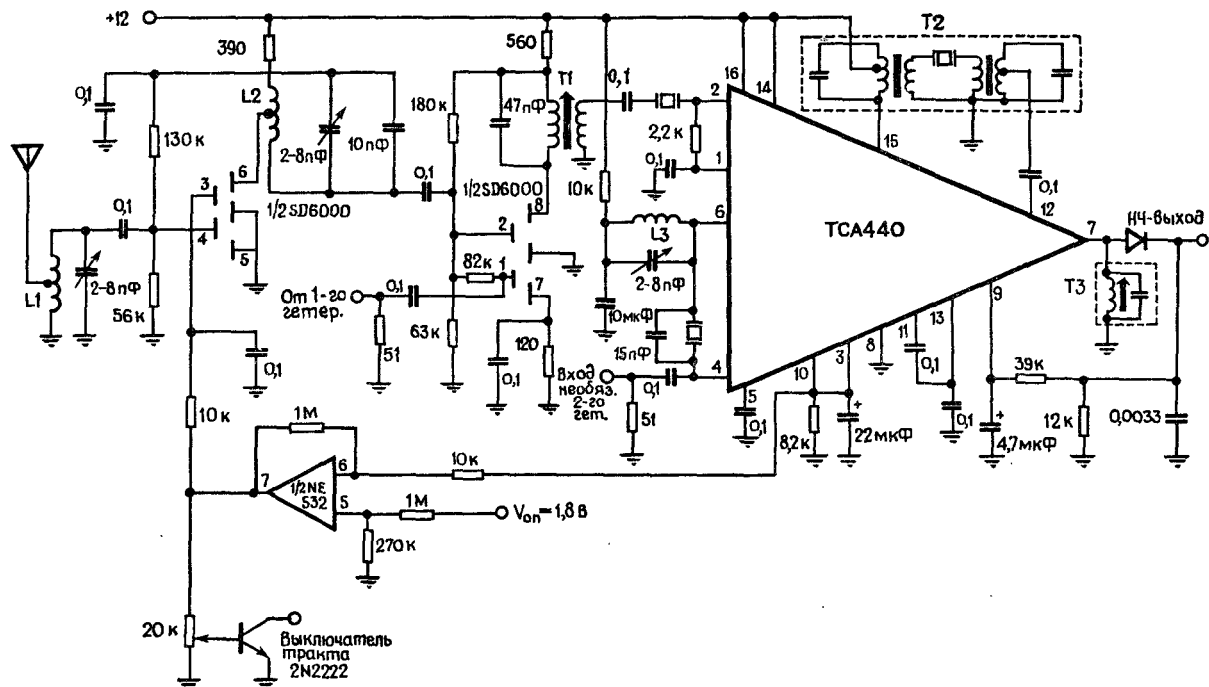
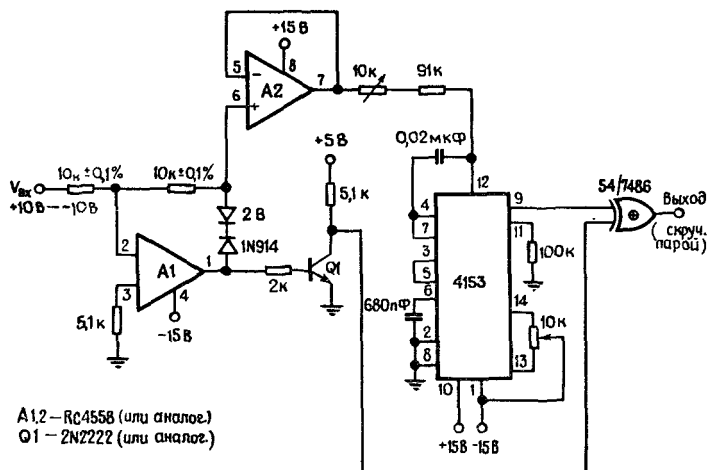


Схема передатчика для ИК-управления на ИМС фирмы AEG.



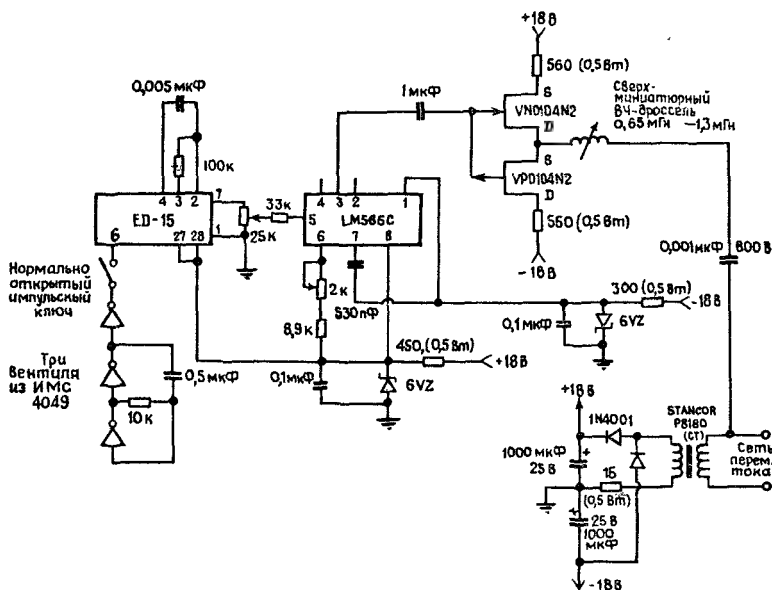
Приемник коммерческого диапазона частот.

Возможны замены: SD6000 – два транзистора КП306Б; NE532 → К551УД2; 2N2222 → КТ315Б; TCA440 → К174ХА2. Номиналы остальных конденсаторов даны в микрофарадах.



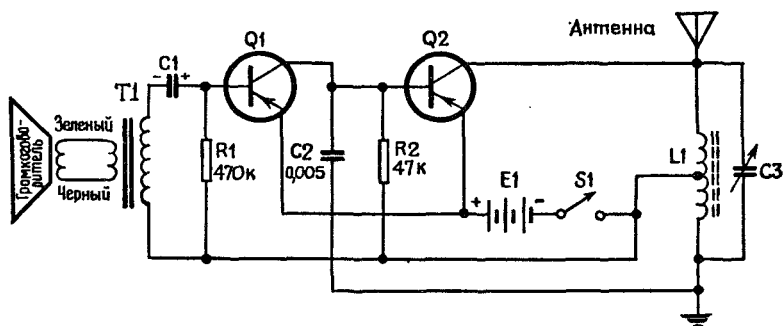
Передатчик биполярного телеметрического сигнала.

Возможны замены: RC4558 → К140УД16; 2N2222 → КТ315; 1N914 → КД521А; стабилитрон на 2 В → КС119; 54/7486 → К155ЛП5. ИМС 4153 — функциональный генератор.



Передатчик сигналов по сети питания.

Использованы специальные ИМС функционального генератора и мощные полевые транзисторы с разными типами каналов.



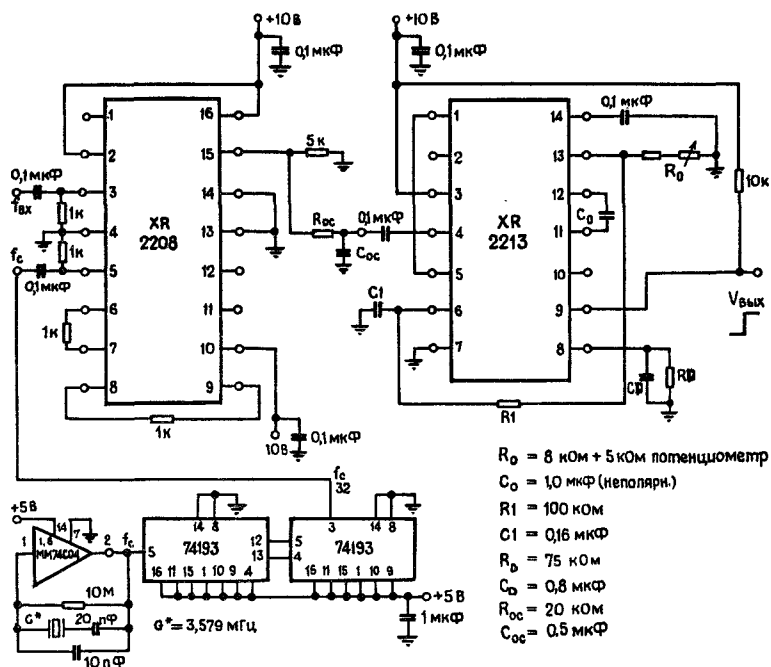
Беспроволочный микрофон.

T1 – выходной трансформатор для карманного приемника 500/8 Ом; C1 = 10 мкФ (электролитический, 16 В); C3 = 365 пФ (переменный).

Можно использовать любые маломощные транзисторы общего назначения.

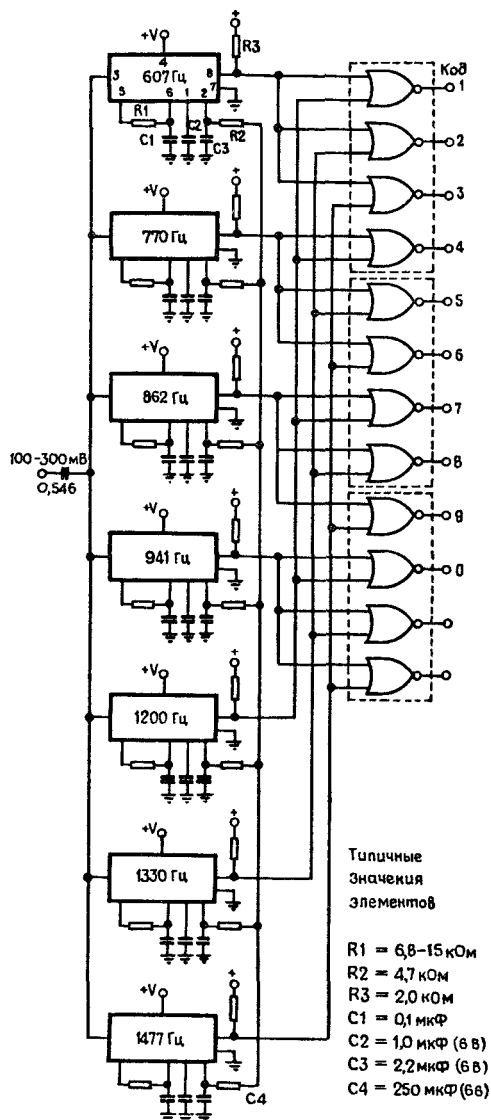
Глава 16

Типичные схемы средств связи

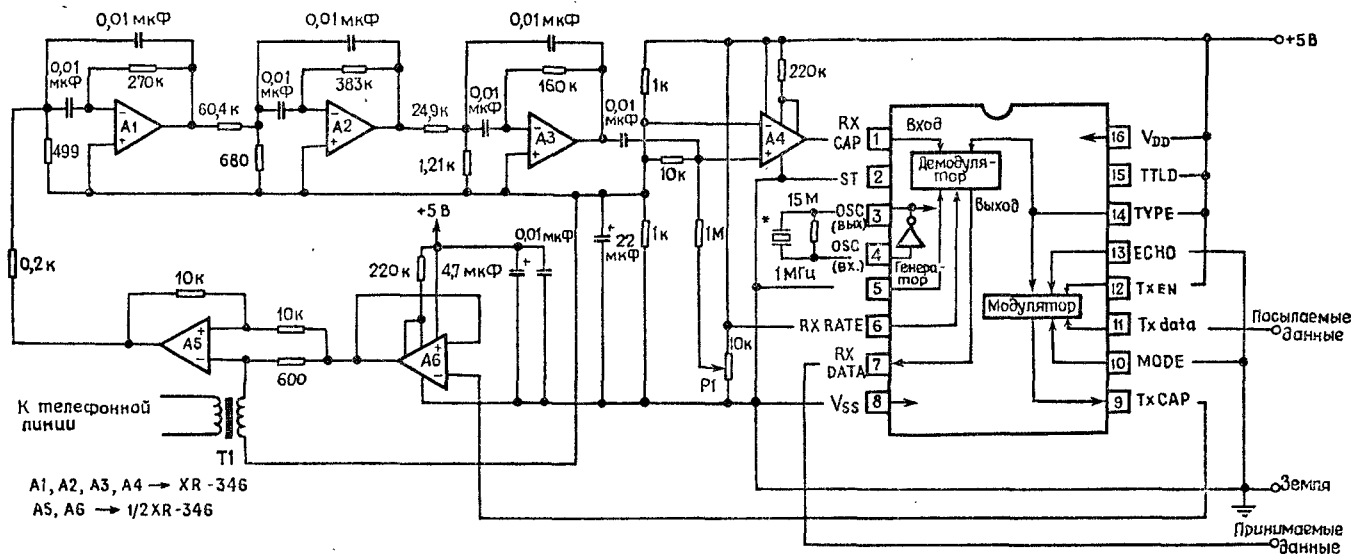


Узкополосный дешифратор частот.

Возможны замены: MM74CO4 → K561ЛН2; 74193 → K155ИЕ7; XR2208 и XR2213 — функциональные ИМС фирмы EXAR.



Недорогой дешифратор вызывных частот для телефонии на ИМС ФАПЧ фирмы EXAR.

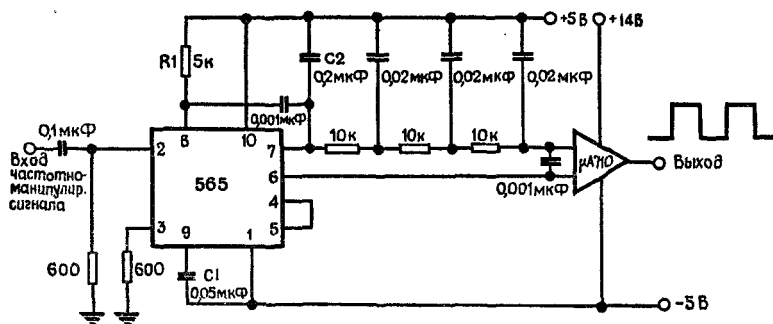


Стандартный модем частотно-манипулированного сигнала со скоростью 300 бод.

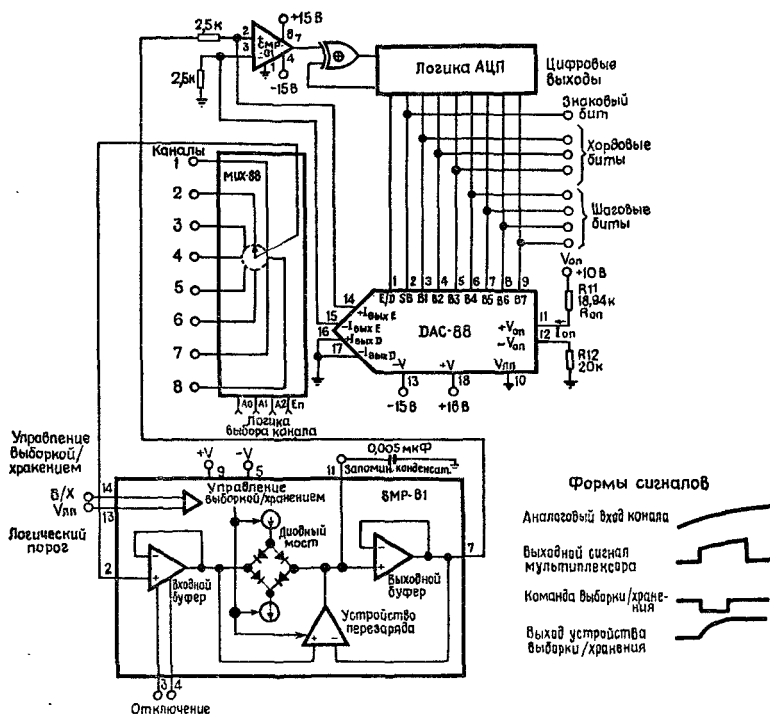
* Кварц подключается параллельно, $f = 1 \text{ МГц} \pm 0,1\%$, $R_S = 540 \text{ Ом}$ (типичное значение), $C_0 = 7 \text{ пФ}$ (типичное значение).

P1 — потенциометр подстройки симметрии на выходе при минимуме принимаемого сигнала на несущей частоте.

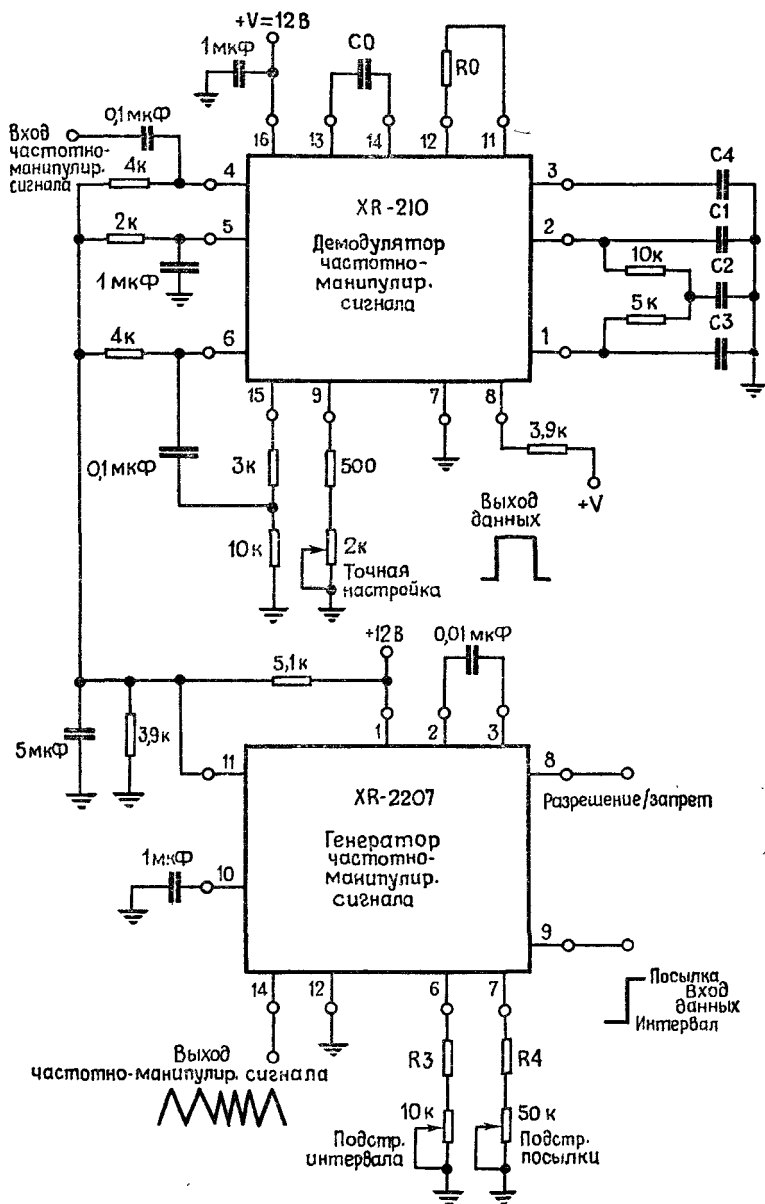
Можно использовать ОУ типа K1401УД14 и K1401УД2.

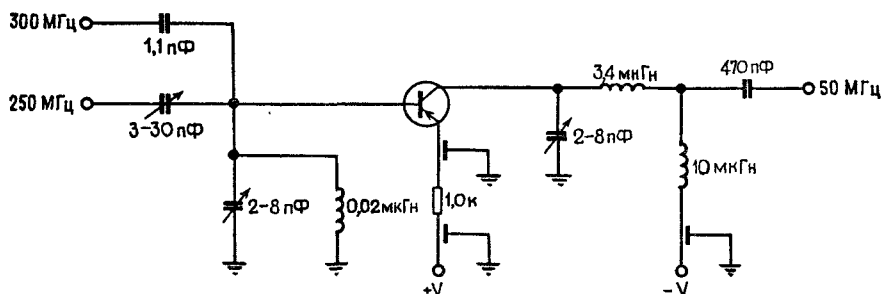


Дешифратор частотно-манипулированного сигнала на ИМС 565.
Возможны замены: $\mu A710 \rightarrow K554CA2$; 565 — ИМС ФАПЧ фирмы Signetics.



8-канальный дешифратор ИКМ-преобразователя.





Смеситель на транзисторе 2N3308.

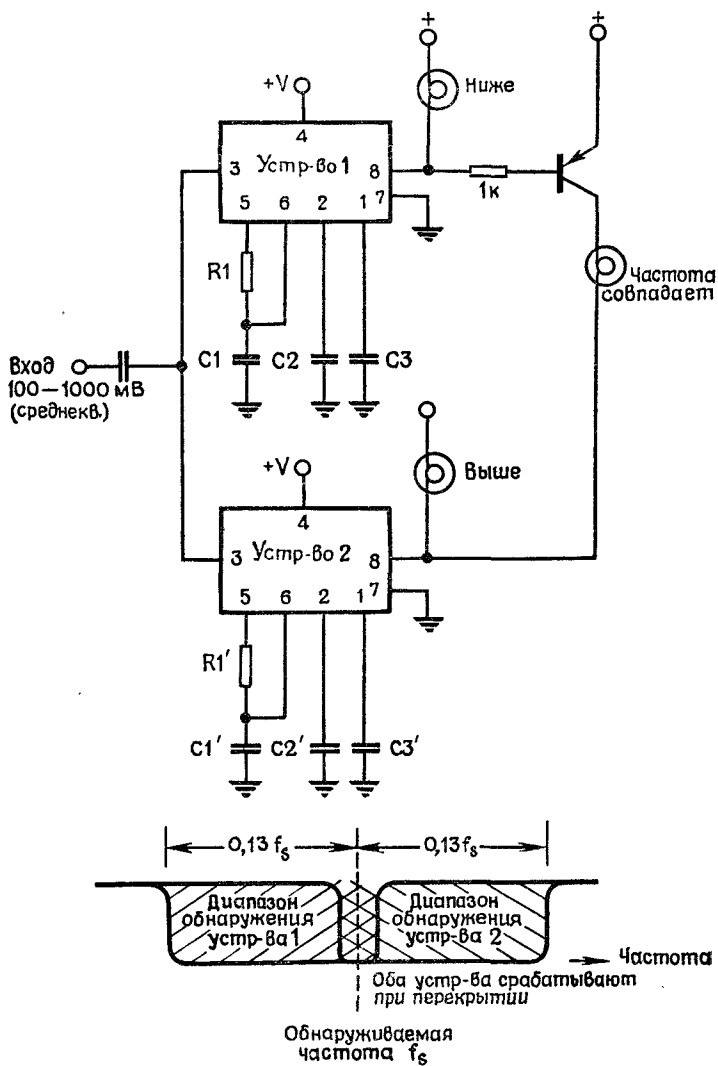
Можно использовать транзистор типа КТ312

Схема полного дуплексного модема, частотно-манипулированных сигналов на ИМС XR-210 и XR-2207 фирмы EXAR.

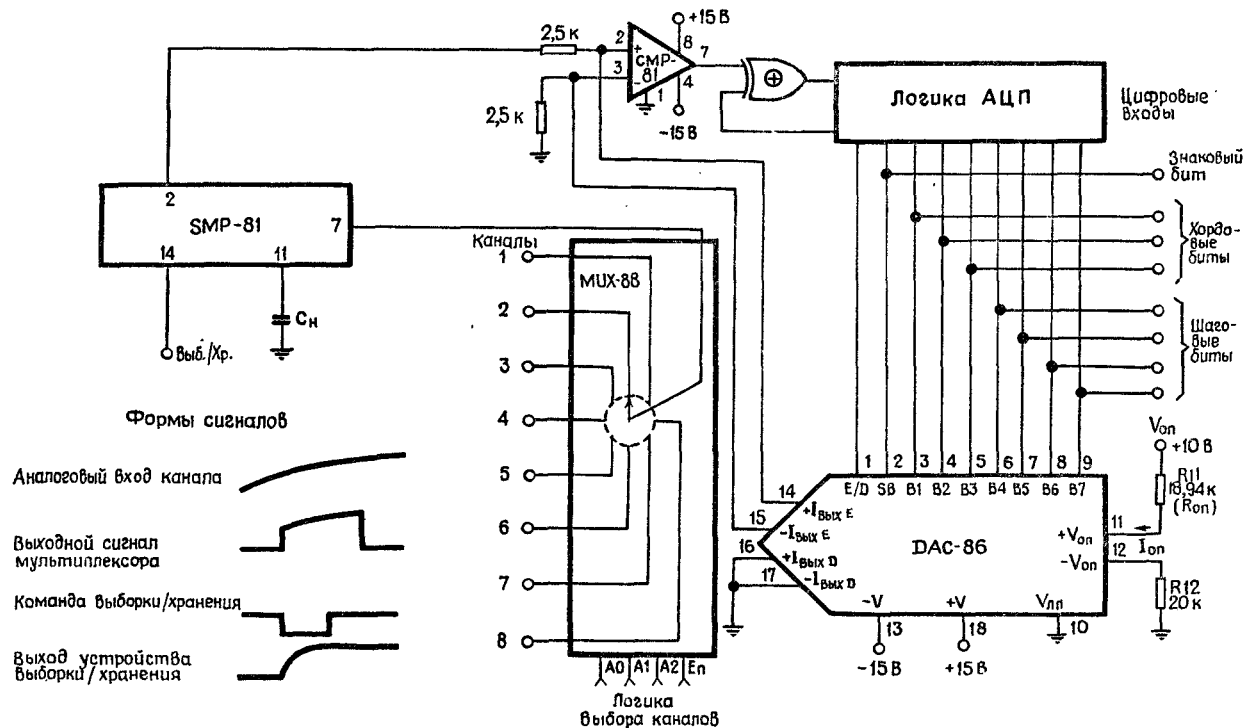
Условия функционирования

Номиналы

	ИМС XR-210	ИМС XR-2207
300 бод		
Нижний диапазон		
$f_1 = 1070$ Гц	$R_0 = 5,2$ кОм, $C_0 = 0,22$ мкФ	$R_3 = 91$ кОм, $R_4 = 470$ кОм
$f_2 = 1270$ Гц	$C_1 = C_2 = 0,047$ мкФ,	
	$C_3 = 0,033$ мкФ	
Верхний диапазон		
$f_1 = 2025$ Гц	$R_0 = 8,2$ кОм, $C_0 = 0,1$ мкФ	$R_3 = 47$ кОм, $R_4 = 470$ кОм
$f_2 = 2225$ Гц	$C_1 = C_2 = C_3 = 0,033$ мкФ	
1200 бод		
$f_1 = 1200$ Гц	$R_0 = 2$ кОм, $C_0 = 0,14$ мкФ,	$R_3 = 75$ кОм, $R_4 = 91$ кОм
$f_2 = 2200$ Гц	$C_1 = 0,033$ мкФ, $C_3 = 0,02$ мкФ	
	$C_2 = 0,01$ мкФ	

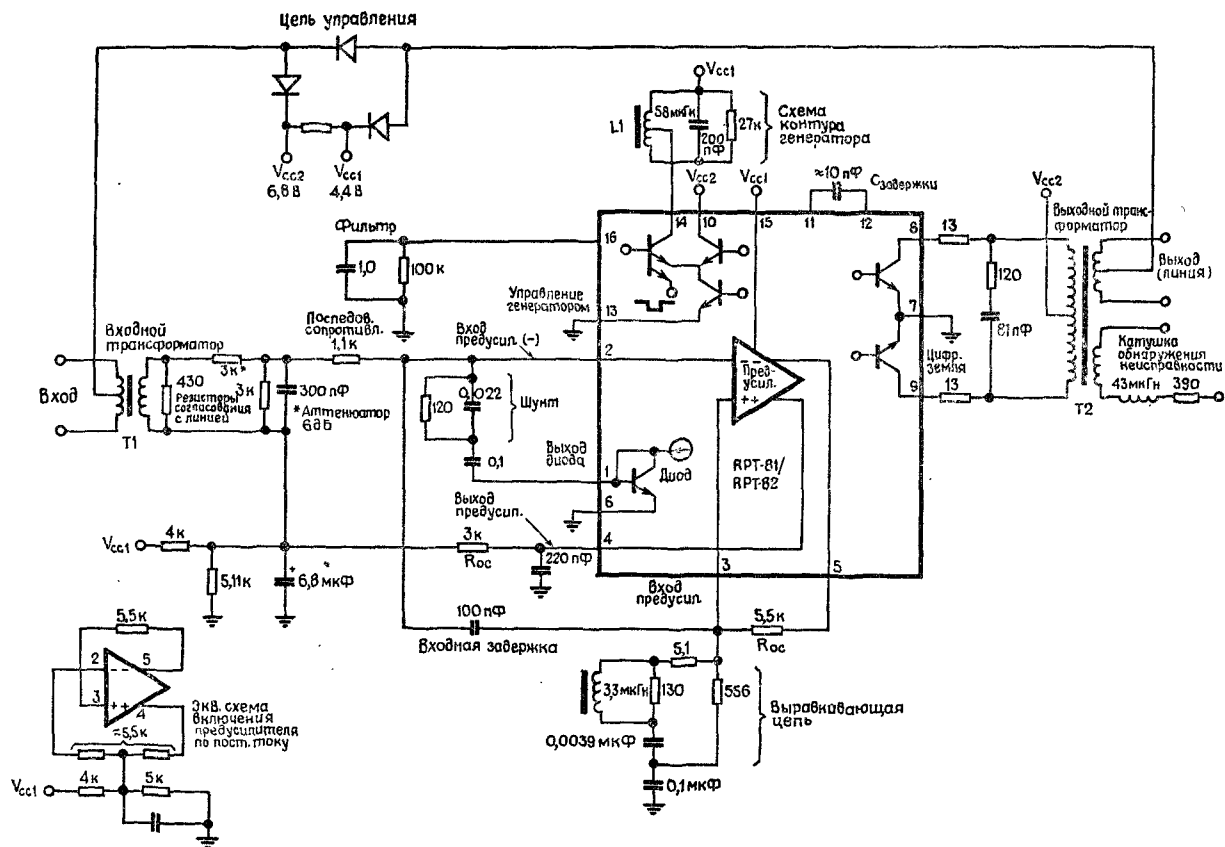


Детектор частоты с простой индикацией.

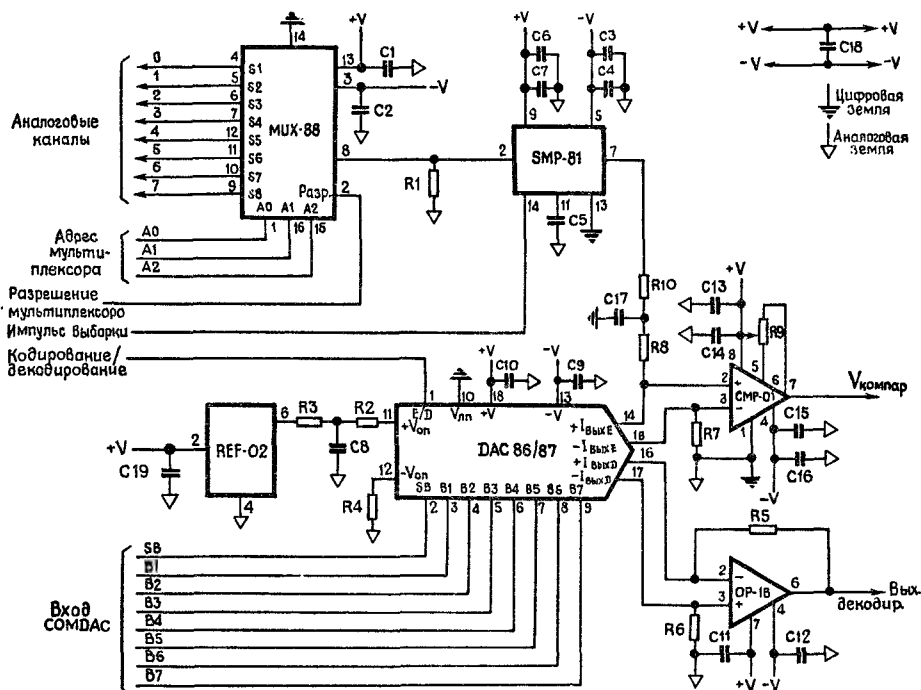


8-канальный ИКМ-преобразователь.

Используется ЦАП с нелинейной характеристикой DAC-86 фирмы Precision Monolithics.



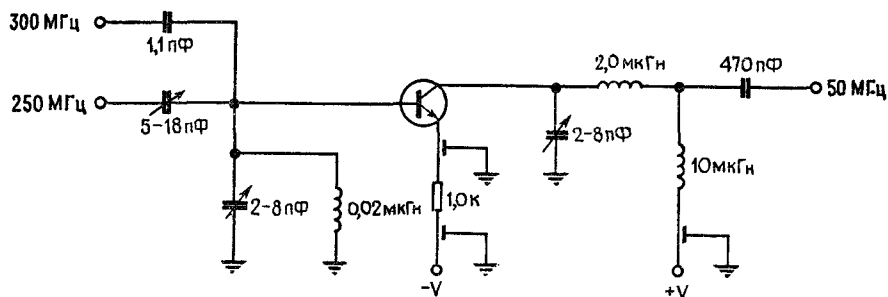
Типовая ретрансляционная система на ИМС RPT-81/RPT-82 фирмы Precision Monolithics.



Система обработки аналоговых сигналов COMDAC. (COMDAC — зарегистрированная торговая марка.)

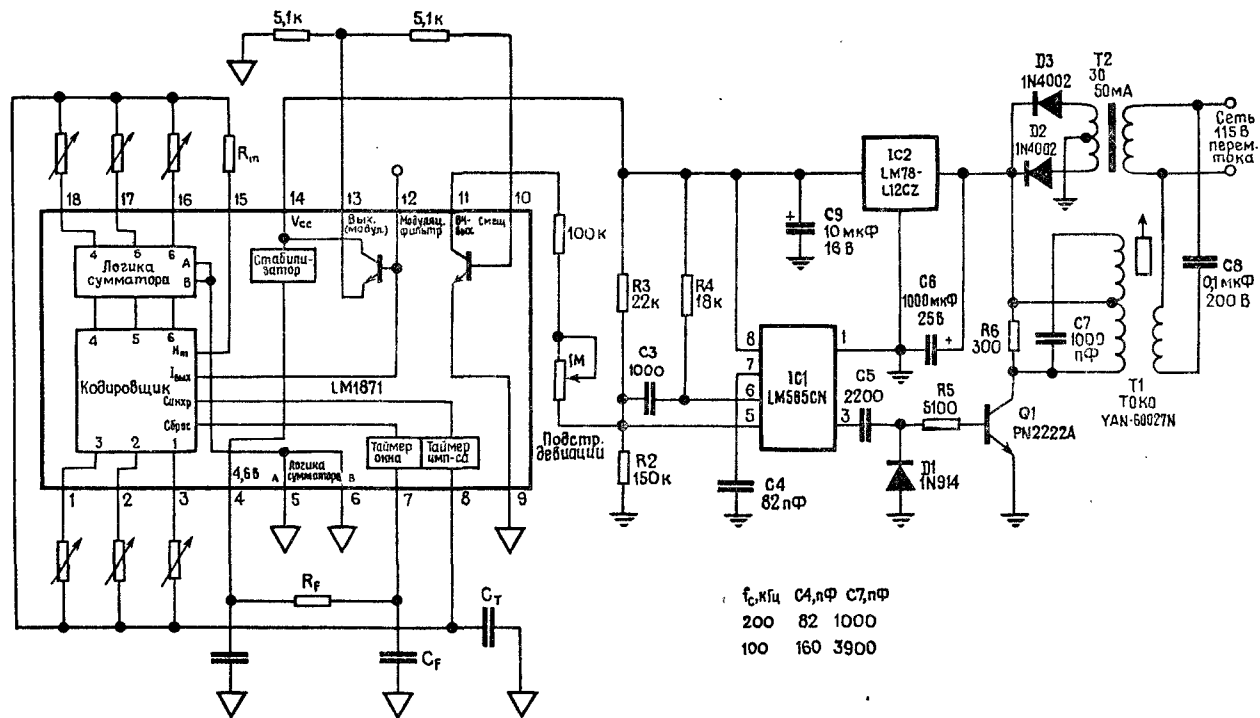
Типовая восьмиканальная система обработки аналоговых сигналов.

Можно использовать ИМС серий К140, К572, К590.



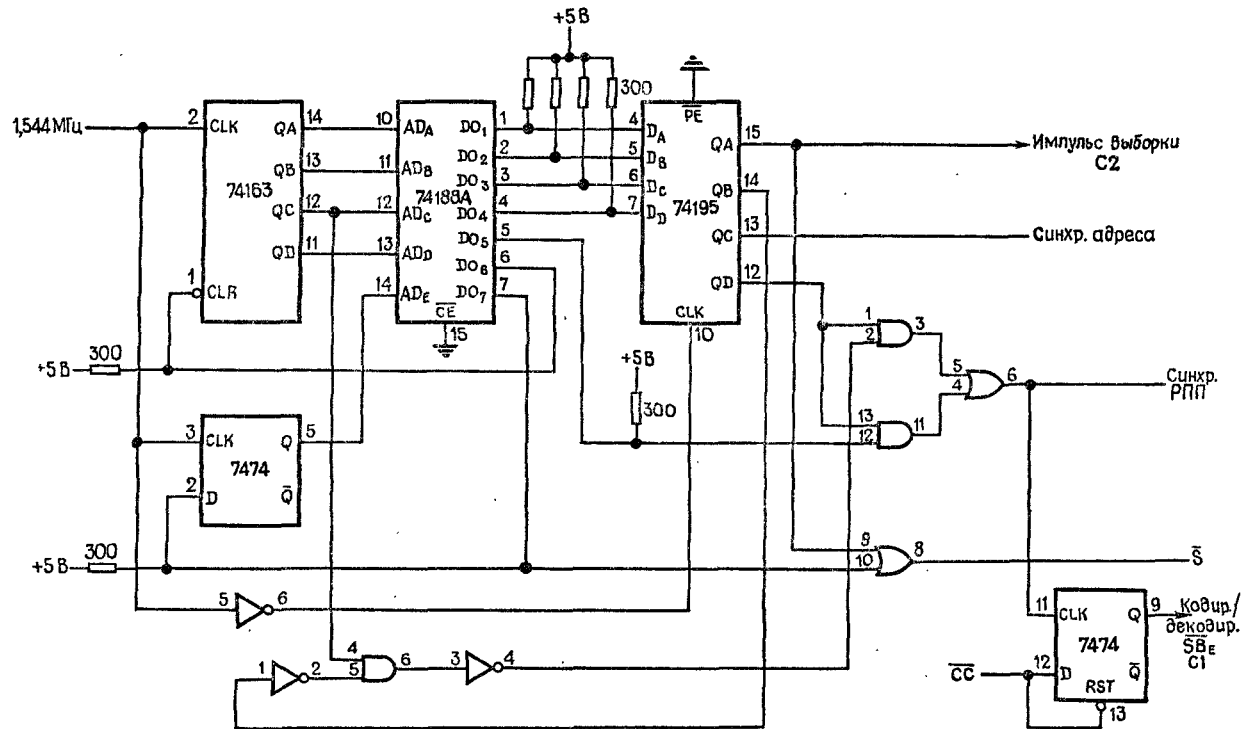
Смеситель на транзисторе ММ1941.

Можно использовать транзисторы КТ3127.



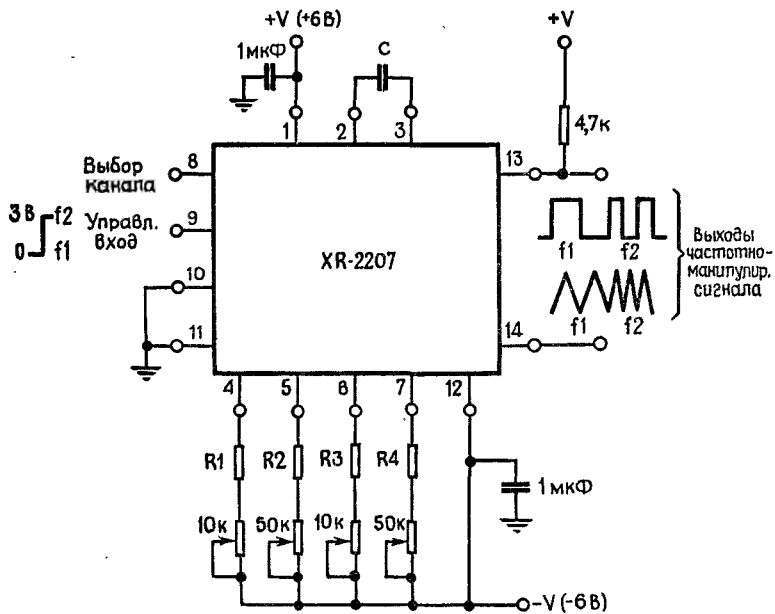
Передатчик несущей частоты 200 кГц с частотной манипуляцией.

Возможны замены: 1N4002 → КД208; 1N914 → КД521А; LM78L12CZ → К275ЕН1; PN2222 → КТ630Б.

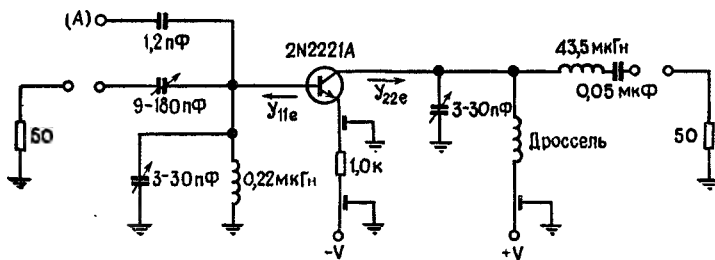


Формирователь синхросигнала.

Возможны замены: 7474 → К155ТМ2; 74163 → К155ИЕ11; 74188 → К155РЕ3; 74195 → К531ИР12. Инверторы, элементы И и ИЛИ — из серии К155



Многоканальный генератор частотно-манипулированного сигнала на ИМС фирмы EXAR.

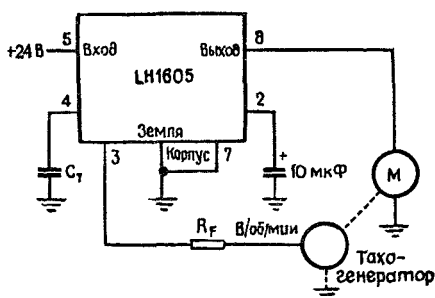


Смеситель с $f_{вх} = 30$ МГц и $f_{вых} = 5$ МГц.

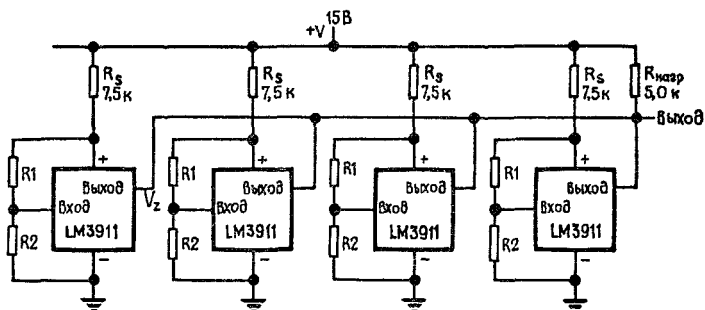
Можно использовать транзисторы КТ316Б.

Глава 17

Схемы для промышленных применений

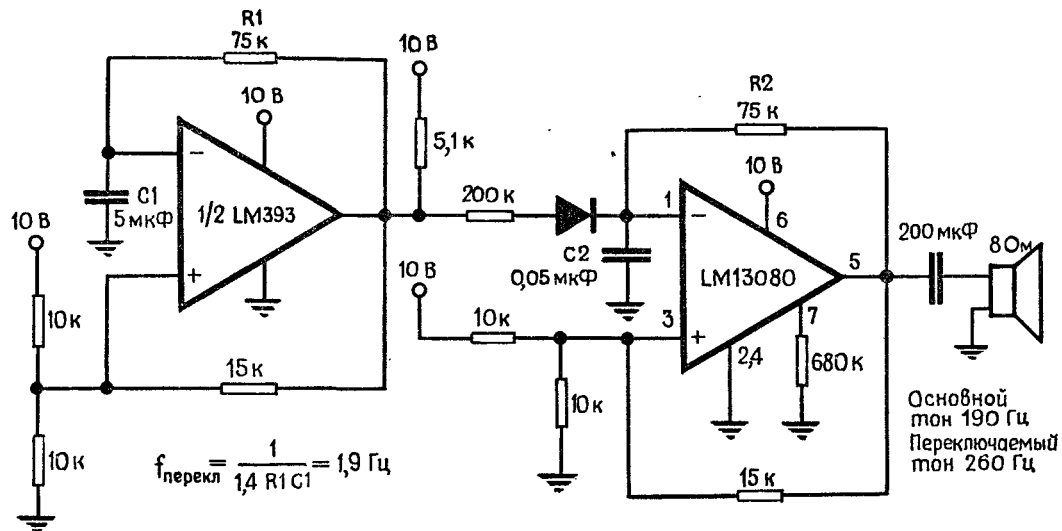


Регулятор скорости вращения электродвигателя.



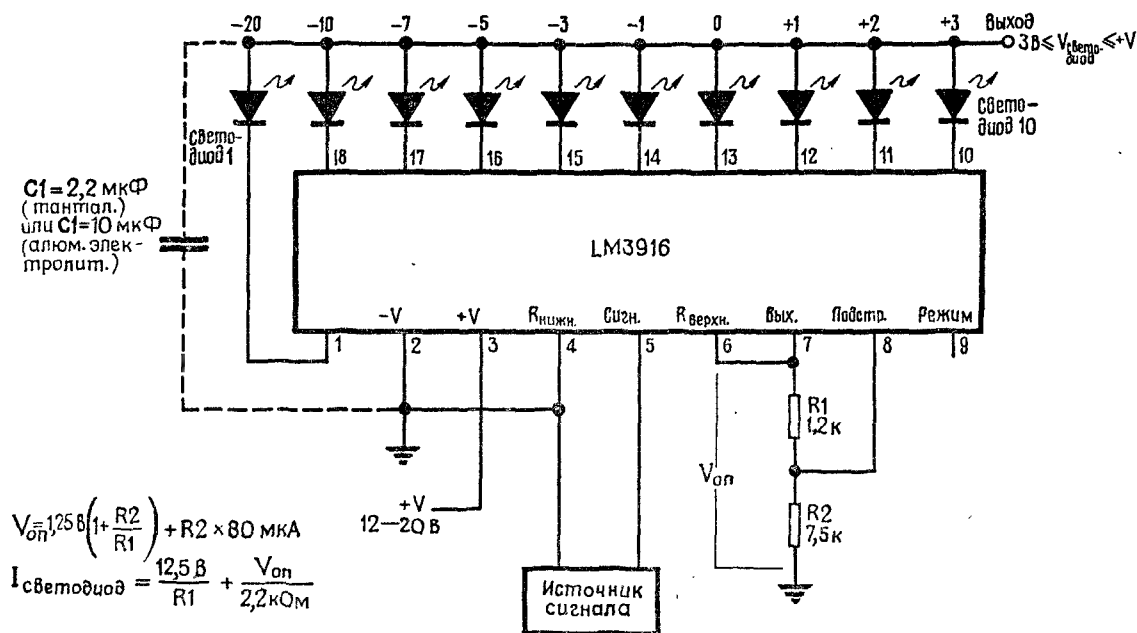
$$V_{\text{порог}} = V_Z \frac{R1}{R1 + R2} \quad R_S = \frac{+V - 6,8 \text{ В}}{0,001 \text{ А} + \frac{6,8 \text{ В}}{R1 + R2}}$$

Датчики превышения температуры с общим выходом.



Двухтональная сирена.

Возможны замены: LM393 → К548УН1 (в типовом включении); LM13080 → К174УН5 (в типовом включении).

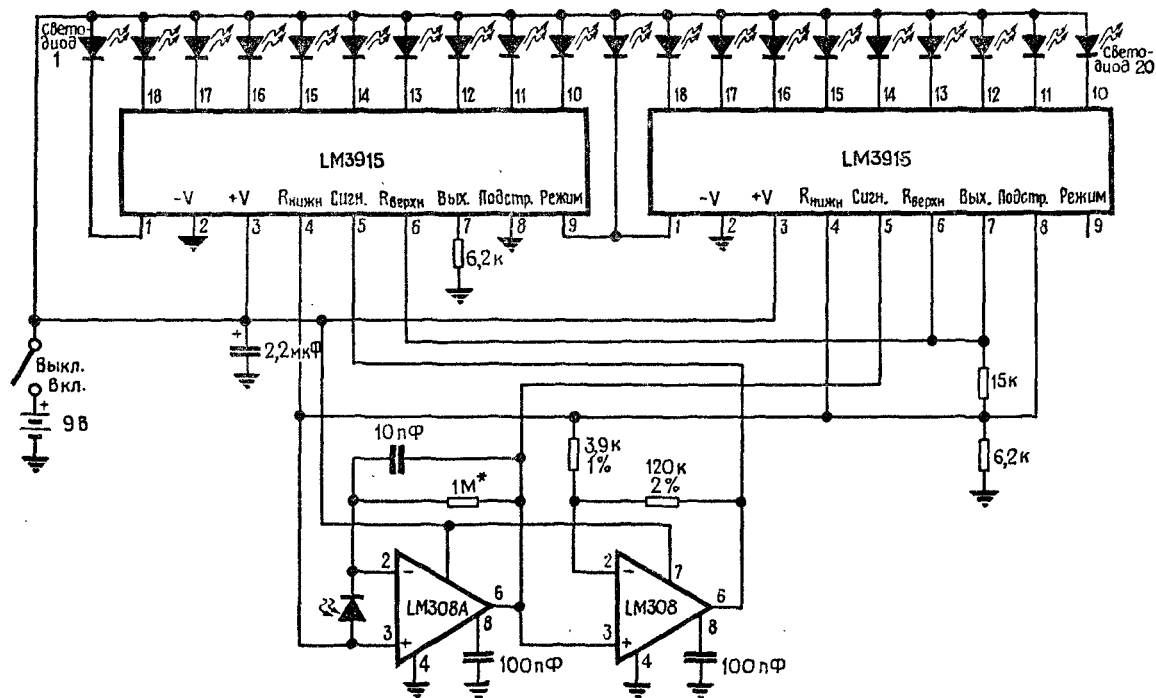


Измеритель выходного напряжения 0 – 10 В на ИМС LM3916.

Пояснения. Конденсатор C1 необходим, если светодиоды расположены далее 15 см от источника питания.

Соединения на схеме показаны для режима точечной индикации. Для режима индикации с заполнением соединить вывод 9 с выводом 3. $V_{\text{светодиод}}$ должно быть меньше 7 В, в противном случае необходимо использовать резистор для ограничения мощности, рассеиваемой ИМС.

Можно использовать индикатор ИВЛШУ-1-11/2 с встроенной схемой управления (в типовом включении)

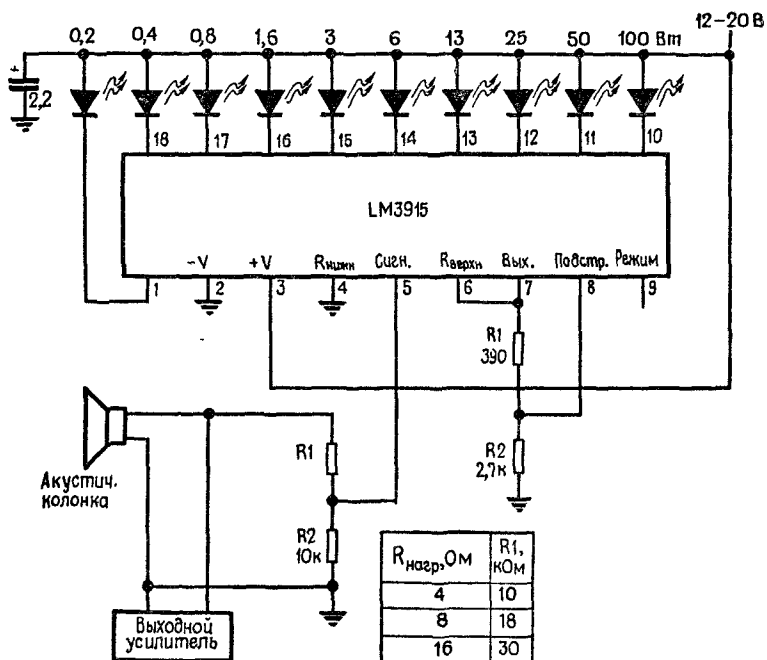


Измеритель освещенности.

*Номинал резистора выбирается в зависимости от освещенности.

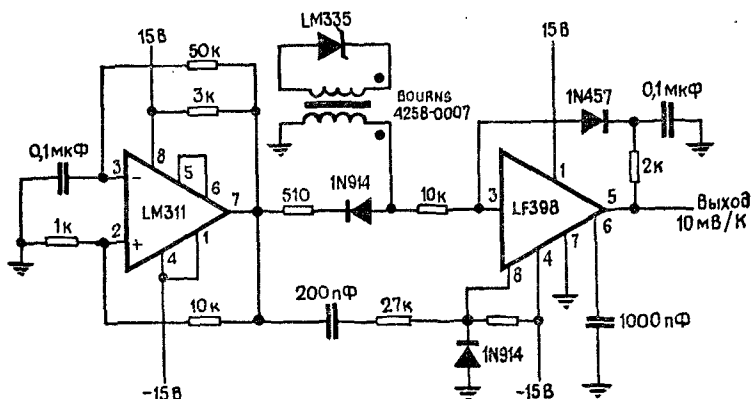
Параметры устройства: разрешение 1/2 шага измерения; 10 диапазонов измерения (1000 : 1); потребляемый ток 8 мА.

Можно использовать индикатор ИВЛШУ-1-11/2 (в типовом включении) и ОУ типа К153УД6.



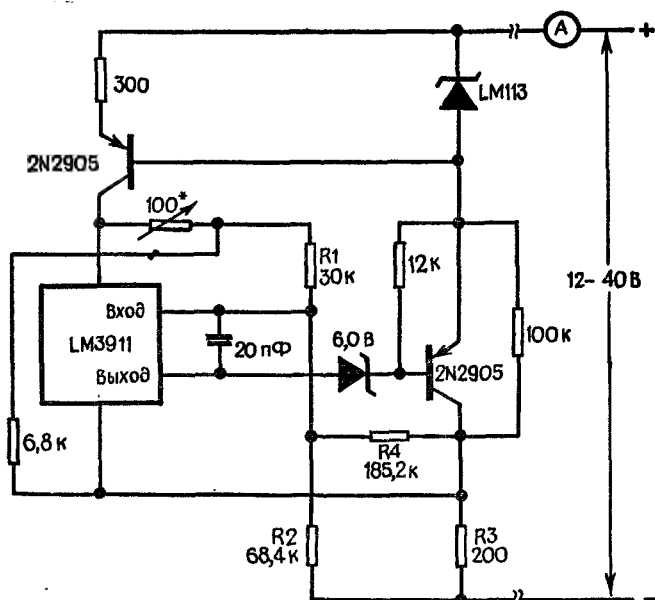
Измеритель выходной НЧ-мощности.

Можно использовать индикатор ИВЛШУ-1-1/2 (в типовом включении).



Изолированный температурный датчик.

Возможны замены: LM311 → К554СА3А; LF398 → КР1100СК2; 1N914 → КД521А; 1N457 → КД514А.



Двухвыводной преобразователь "температура — ток".

$$R2 (\text{Ом}) = \frac{(V_z - 0,01T_L) [I_H - (0,01T_H/R1)] + (V_z - 0,01T_H) [(0,01T_L/R1) - I_L]**}{(0,01/R1R3) [T_H (V_z - 0,01T_L) - T_L (V_z - 0,01T_H)]}$$

$$R3 (\text{Ом}) \geq \frac{V_z [(T_H/T_L - 1)]}{I_H - (I_L T_H/T_L)}$$

$$\frac{1}{R4} = \frac{1}{(V_z - 0,01T_L) (R2)} \left[\frac{(R2) (0,01T_L)}{R1} + \frac{[(V_z - 0,01T_L) / R2 - I_L]}{(1/R2) + (1/R3)} \right] - \frac{1}{R2}$$

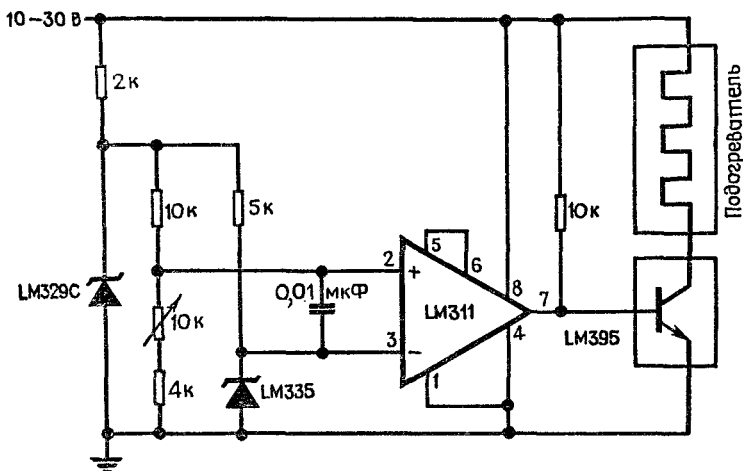
Где T_L — температура, соответствующая I_L (К); T_H — температура, соответствующая I_H (К); V_z — напряжение стабилитрона, В; I_L — выходной ток при минимальной температуре, А; I_H — выходной ток при максимальной температуре, А.

Пояснения. Номиналы элементов выбраны для $I_{\text{вых}} = 1 - 10$ мА, соответствующего температурному диапазону 10 — 100° F.

* Установка температуры.

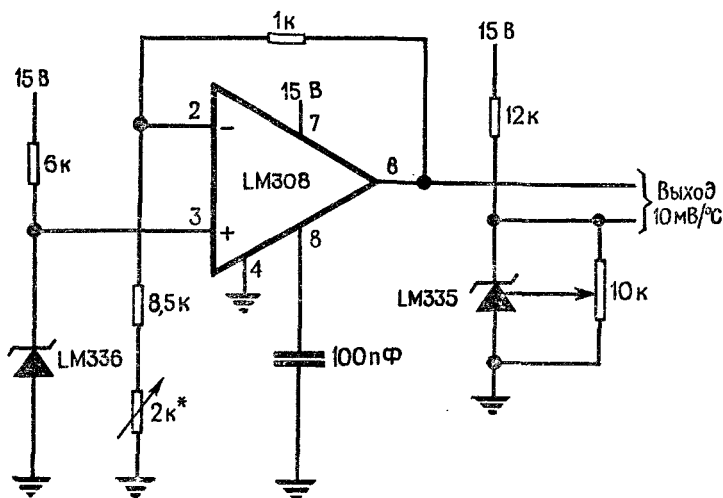
** Коэффициент 0,01, выраженный в вольтах на кельвин или градус Цельсия, представляет собой базовую чувствительность преобразователя, равную 0,01 В/К.

Возможны замены: 2N2905 → КТ502Б; LM113, LM3911 — источники опорного напряжения.



Простой регулятор температуры.

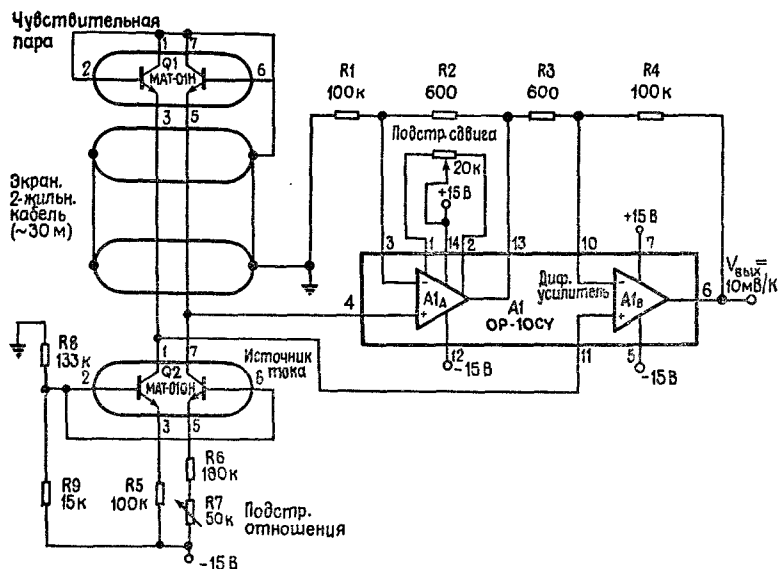
Можно использовать компаратор К554СА3А. Источники опорного напряжения LM329C и LM335 можно заменить стабилитронами с соответствующим TKV_{cm} (LM395 → КТ815Б).



Термометр Цельсия.

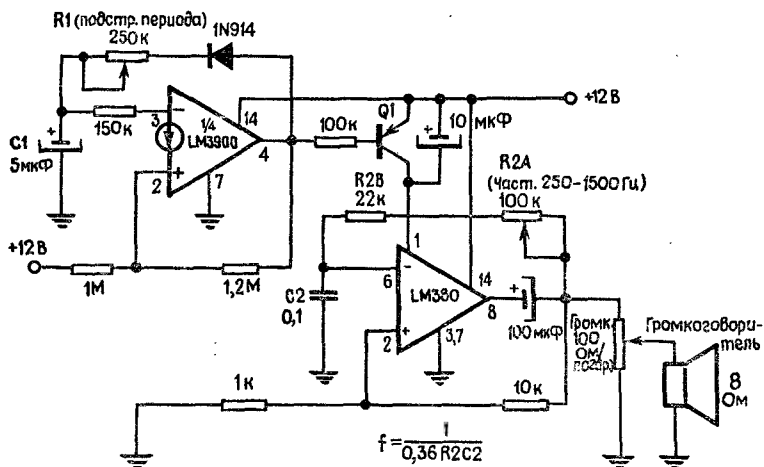
*Подстронить до 2,73 В на выходе LM308.

Возможны замены: LM308 → К153УД6; LM335, LM336 → стабилитроны на 5 – 7 В с малым TKV_{cm}



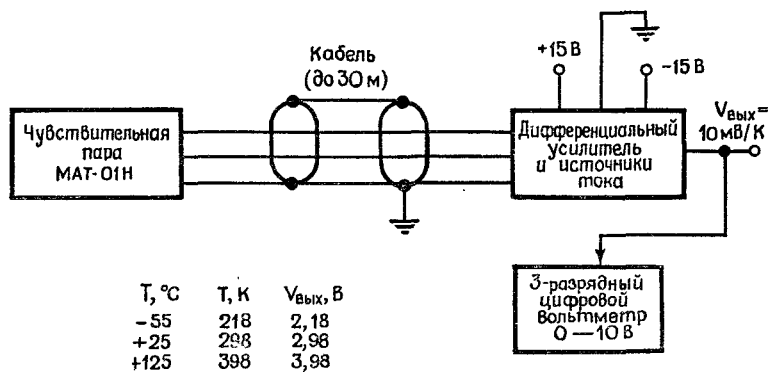
Полная схема измерителя температуры.

Можно использовать ОУ типа К140УД17 и транзисторные сборки типа 159НТ1В.

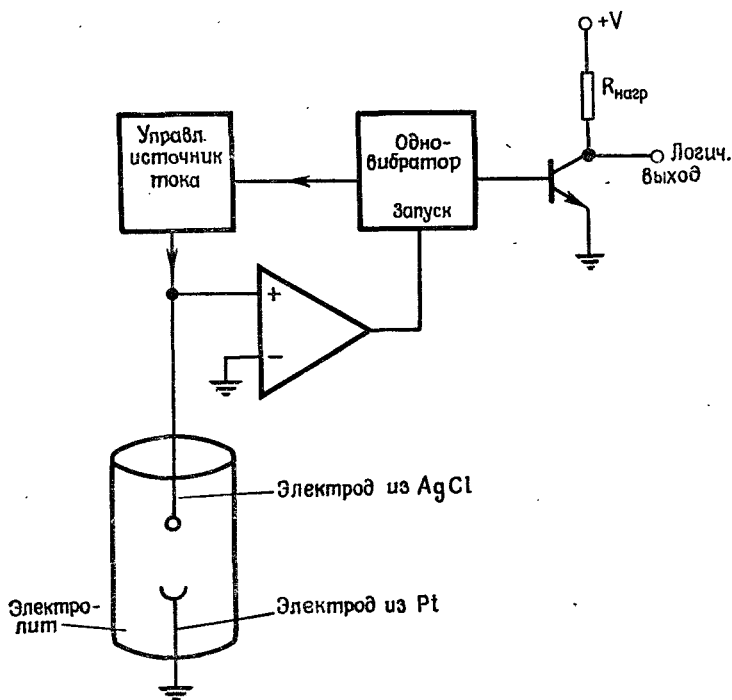


Сирена с изменяемой частотой и подстройкой длительности сигнала.

Можно использовать транзистор типа КТ502 и ИМС типа К174УН5 (в типовом ключении). LM3900 — усилитель Нортон. Диод 1 N914 можно заменить диодом КД521А. LM3900 можно заменить ИМС типа К1401УД1.

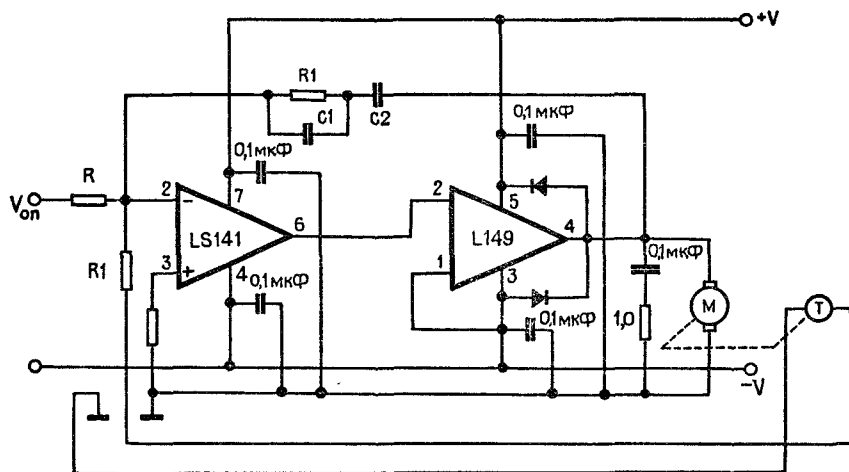


Основная схема цифрового термометра с отсчетом в градусах Кельвина.



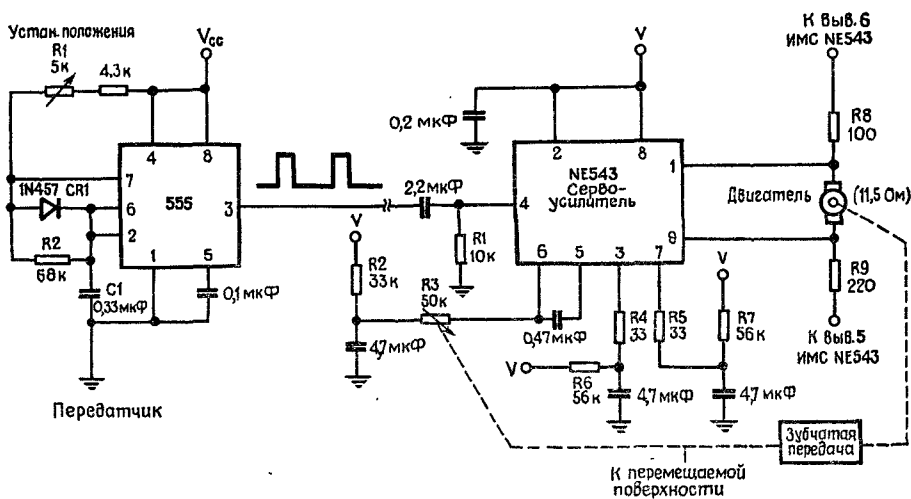
Регулятор скорости и направления вращения двигателя постоянного тока.

Возможны замены: LS141 → К140УД7; L149 → К157УД1 (для выходных токов до 100 мА).



Регулятор скорости и направления вращения двигателя постоянного тока.

Возможны замены: LS141 → К140УД7; L149 → К157УД1 (для выходных токов до 100 мА)



Контроллер следящего привода.

Возможны замены: 1N457 → КД514А; 555 → КР1006ВН1 NE543 — мощный усилитель с симметричным выходом.

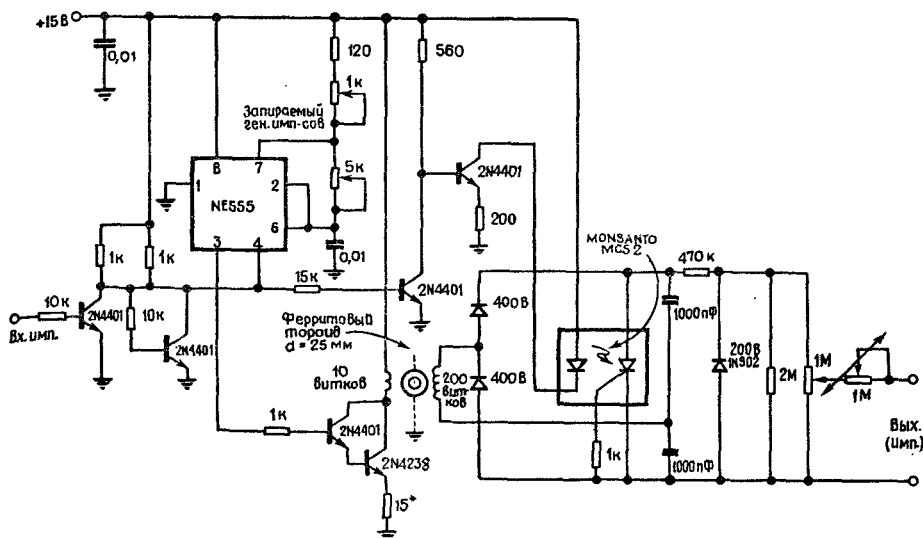
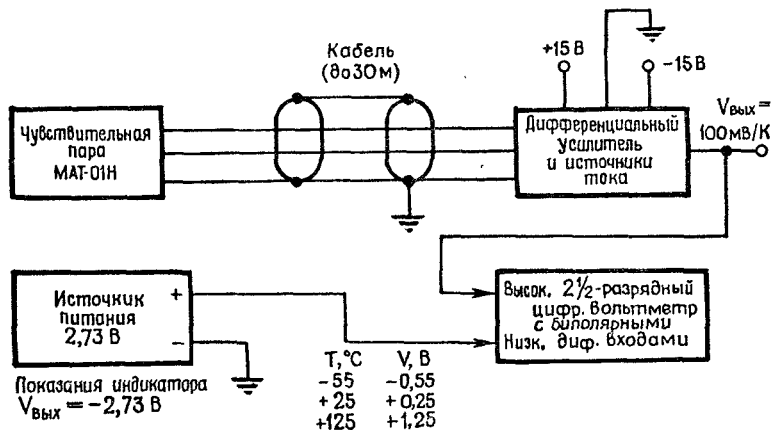


Схема гальванической развязки для электростимулятора.

* Рассеиваемая резистором мощность в зависимости от коэффициента заполнения лежит в диапазоне от 0,5 Вт при коэффициенте заполнения 20 – 25% до 15 – 20 Вт при коэффициенте заполнения 75 – 80%.

Возможны замены. NE555 → КР1006ВИ1; 2N4401 → КТ3102Б; 2N4238 → КТ815Б; MCS2 – фототиристорная оптопара с $V_{обр} \geq 400$ В; диоды типа КД208, КД216.



Цифровой термометр с отсчетом в градусах Цельсия.
рН-метр.

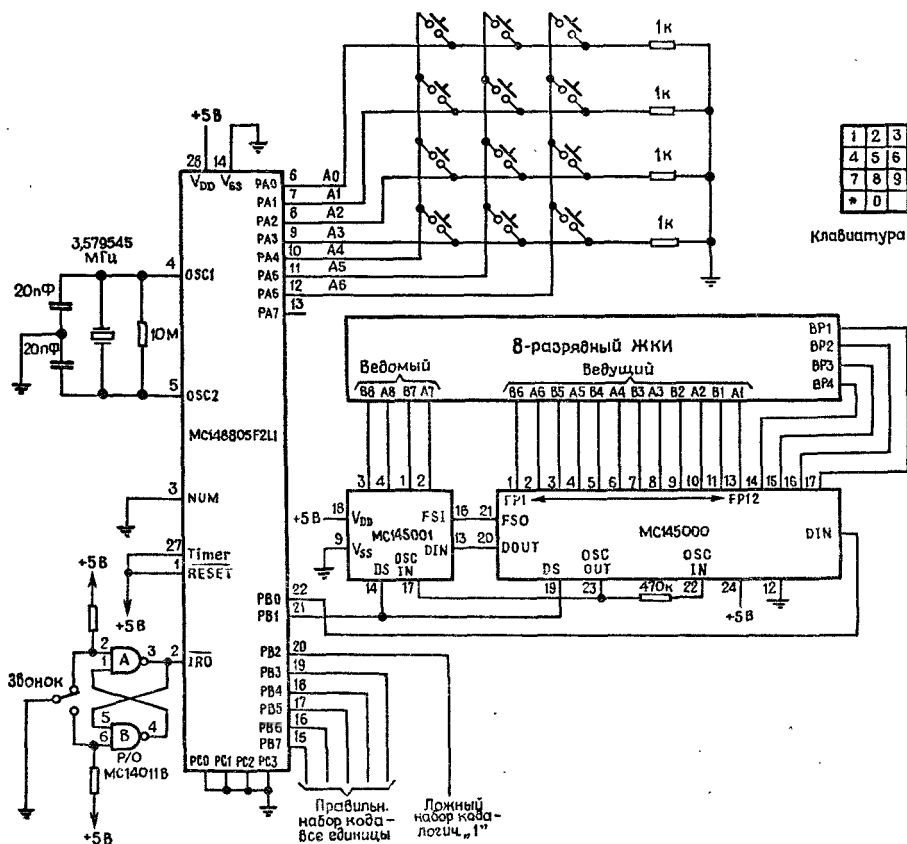
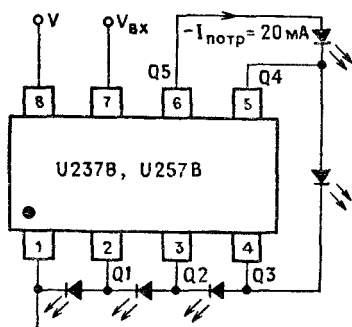
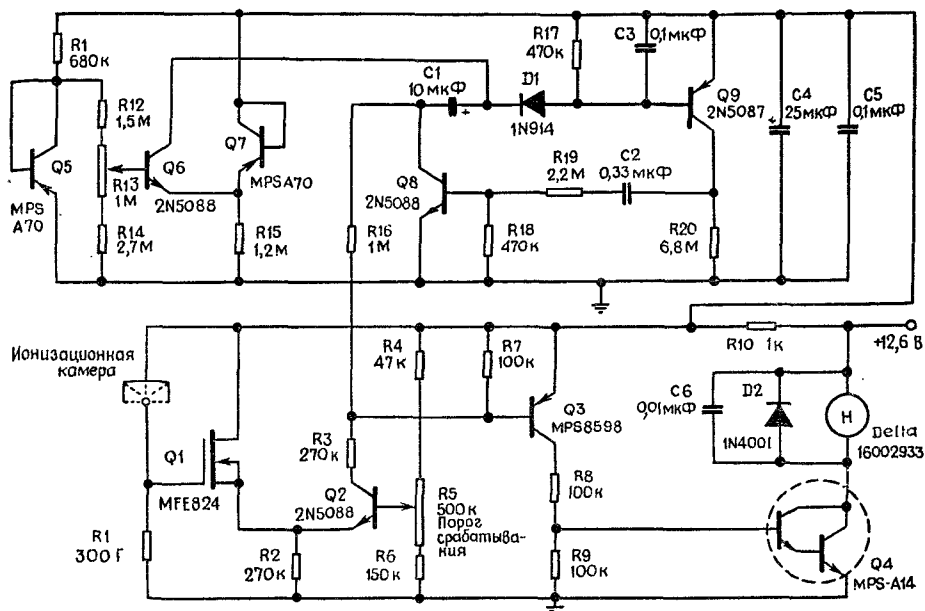


Схема цифрового замка на специальных интерфейсных ИМС фирмы Motorola.

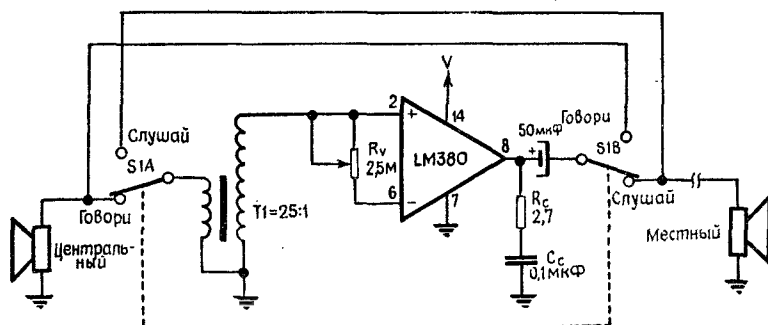


Линейный индикатор на пяти светодиодах.



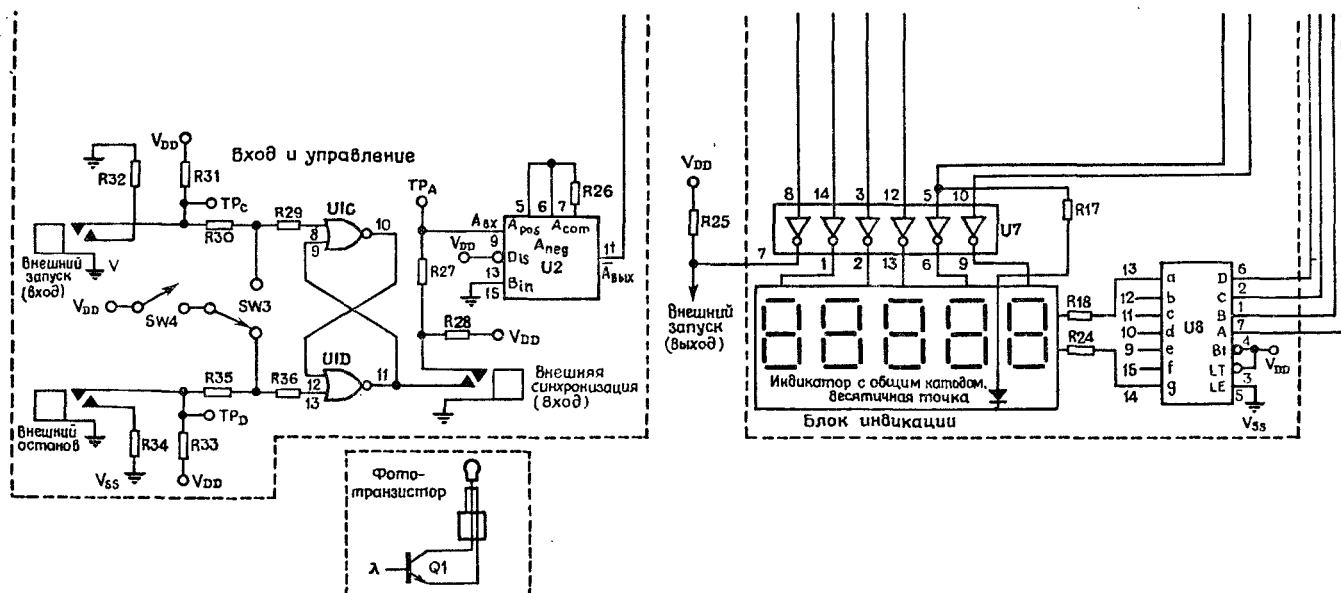
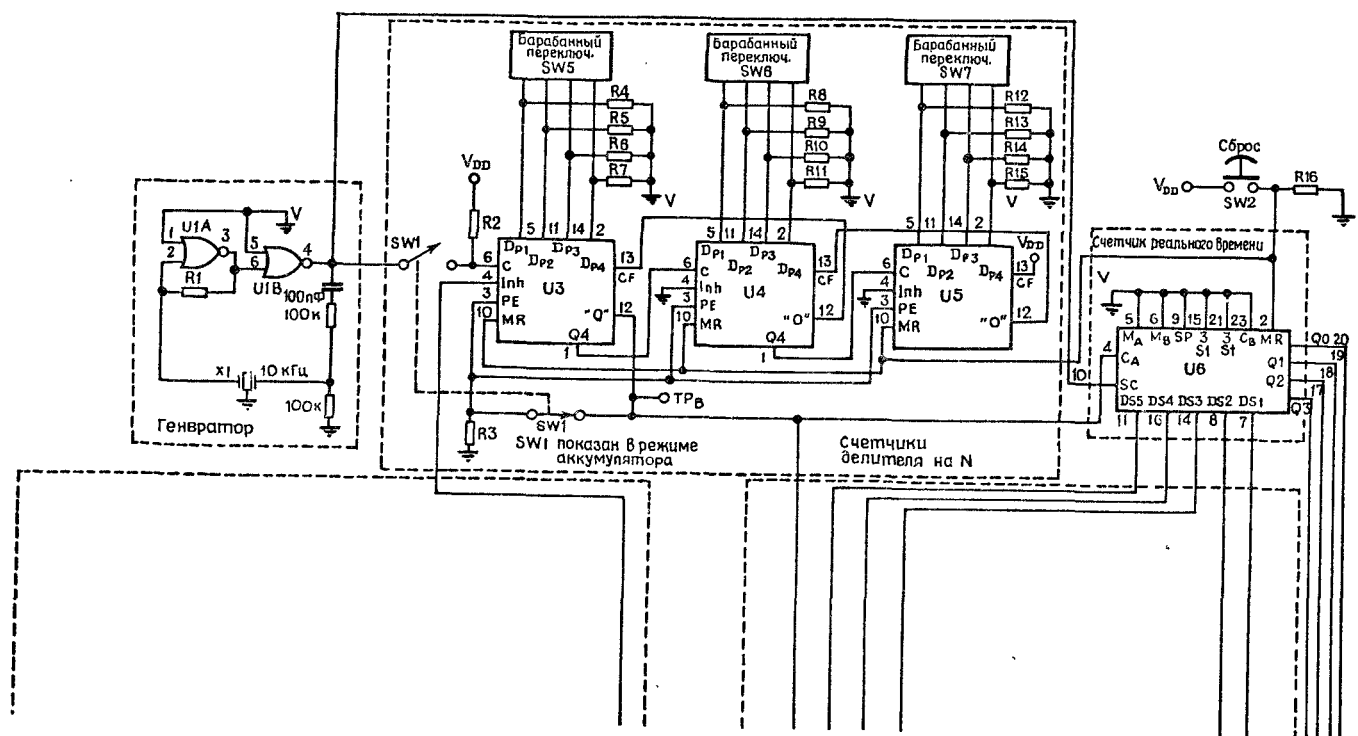
Детектор задымленности на ионизационной камере (вариант на дискретных элементах)

Возможны замены: MPSA70 → КТ3107В; 2N5088 → КТ3102Б; 1N914 → КД521А; MFE824 → КП305Д; MPS8598 → КТ3107И; 1N4001 → КД208; MPSA14 → КТ827Б.



Селектор внутренней связи.

Можно использовать ИМС К174УН5 (в типовом включении)



5-разрядный счетчик/таймер реального времени.

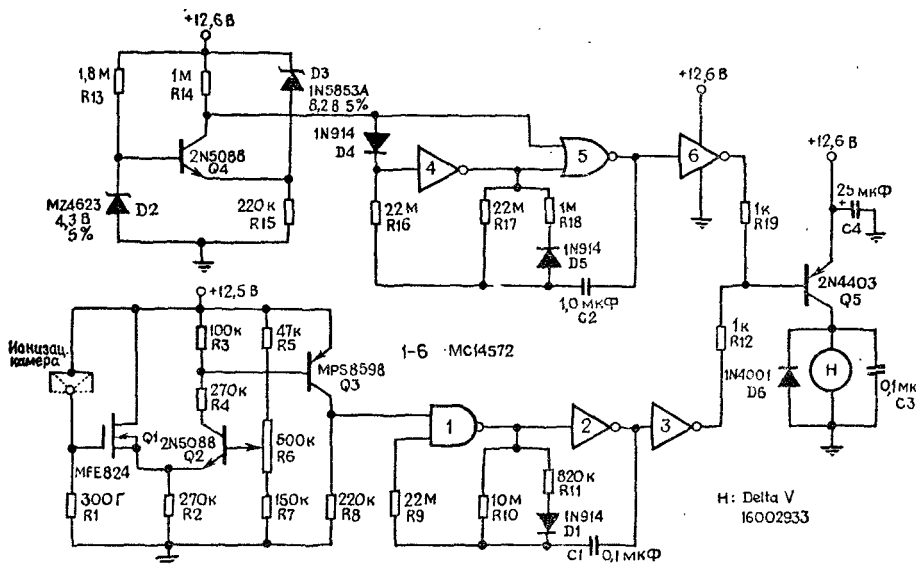
Обозначения

U1 — MC14001; U2 — MC14583; U3, U4, U5 — MC14522; U6 — MC14534; U7 — MC75492; U8 — MC14511; X1 — кварц (10 кГц); SW1 — двухполюсный сдвоенный тумблер; SW2 — однополюсный кнопочный переключатель; SW3 — однополюсный сдвоенный переключатель с фиксацией; SW4 — однополюсный переключатель с двоичным кодированием; SW5, SW6, SW7 — барабанные переключатели с двоичным кодированием; Q1 — MRD3055.

R1 = 5,1 МОм (0,25 Вт); R2 = R3 = R4 = R5 = R6 = R7 = R8 = R9 = R10 = R11 = R12 = R13 = R14 = R15 = R16 = R25 = R26 = 10 кОм (0,25 Вт); R17 = 470 Ом (0,25 Вт); R18 = R19 = R20 = R21 = R22 = R23 = R24 = 390 Ом (0,25 Вт); R27 = 1 МОм; R28 = R31 = R33 = 10 кОм (0,25 Вт); R29 = R30 = R35 = R36 = 470 кОм (0,25 Вт); R32 = R34 = 560 Ом (0,25 Вт).

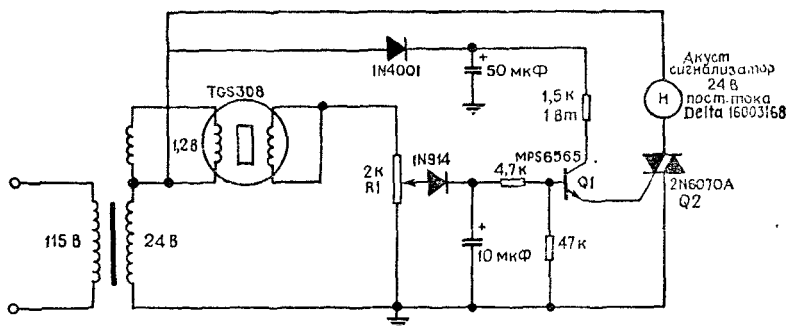
I — индикатор типа HP5082-7432 или HP5082-7433.

Возможны замены: MC14001 → К561ЛЕ5; MC14583 → К561ТЛ1; MC14522 → К561ИЕ11; MC14534 → К561ИР6; MC75492 → К176ПУ2; MRD3055 → КТ805БМ; MC14511 → К176ИД2. Индикаторы типа АЛС с общим катодом.



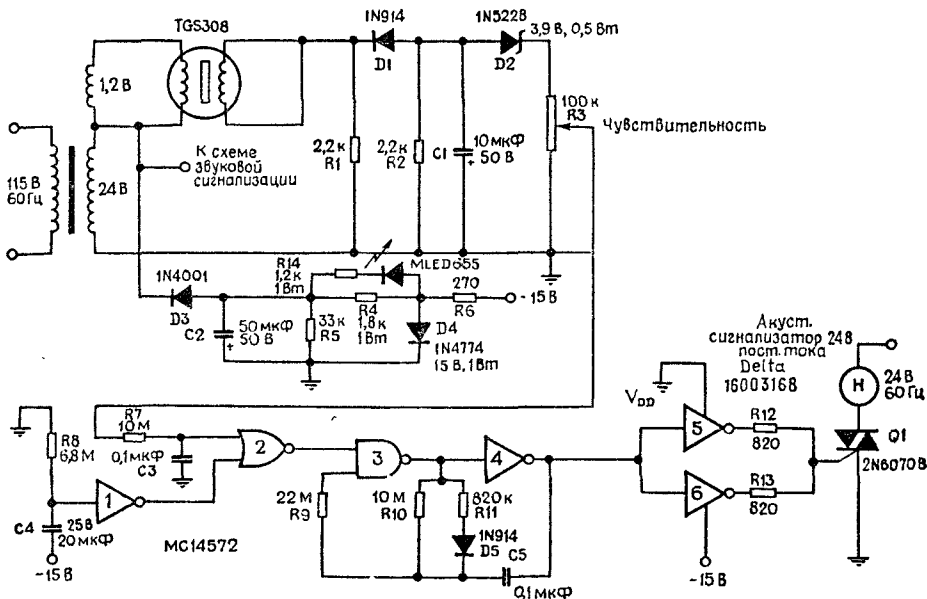
Детектор задымленности на ионизационной камере с КМДП-генераторами.

Возможны замены: МЛ 4623 → КС147А, 1N5853А → КС182А, 1N914 → КД521А, 1N4001 → КД808; 2N4403 → КТ814А; 2N5088 → КТ3102Б, МГ Г824 → КР305Д; MPS8598 → КТ3107И; MC14572 — вентиля серии К561



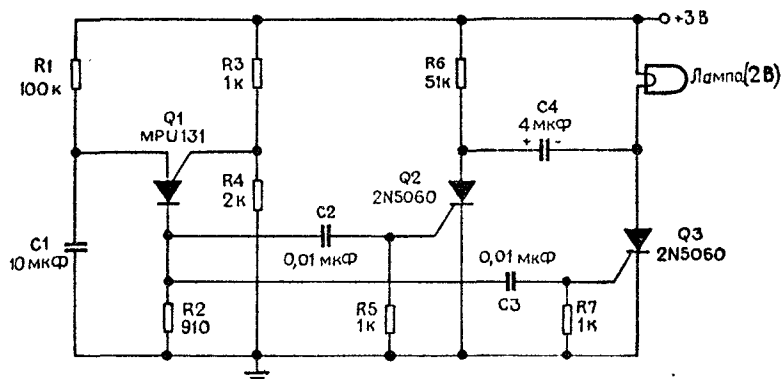
Сигнализатор газ/дым с симметричным тиристором.

Возможны замены: 1N914 → КД521А, 1N4001 → КД208; MPS6565 → КТ503В, 2N6070А → КУ208В



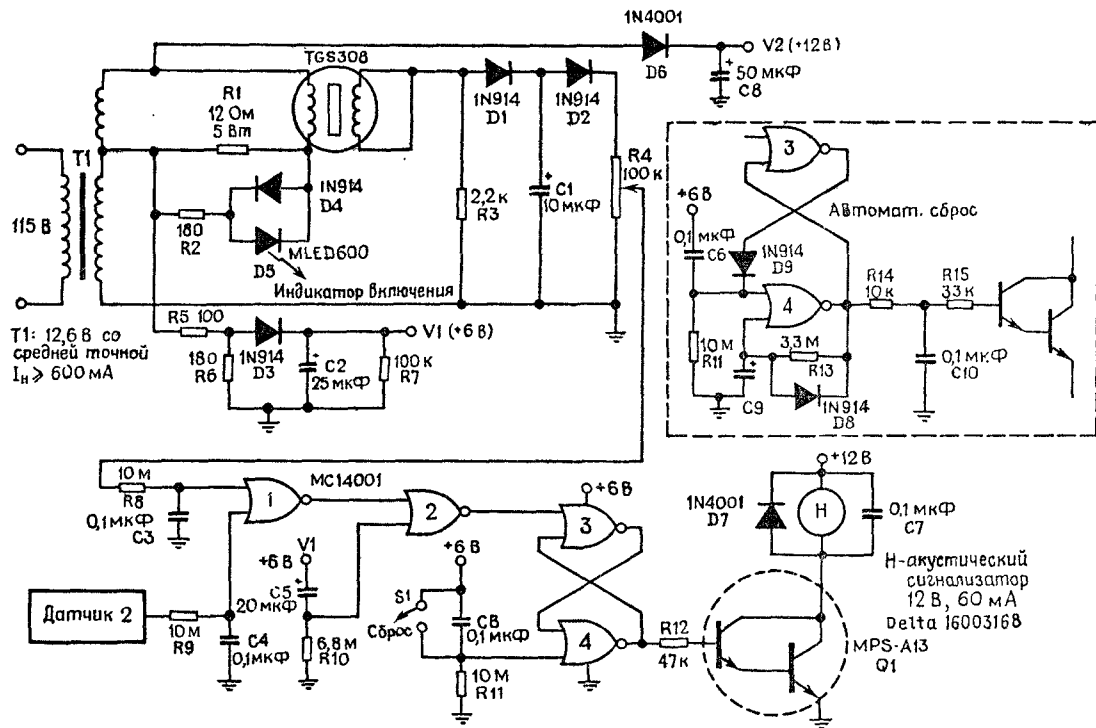
Сигнализатор газ/дым с КМДП-схемой управления симметричным тиристором.

Возможны замены: 1N 914 → КД521А; 1N4001 → КД208; MLED655 → АЛ102БМ; 1N 5228 → КС439; 1N4774 → Д815Ж; 2N6070B → КУ208Б



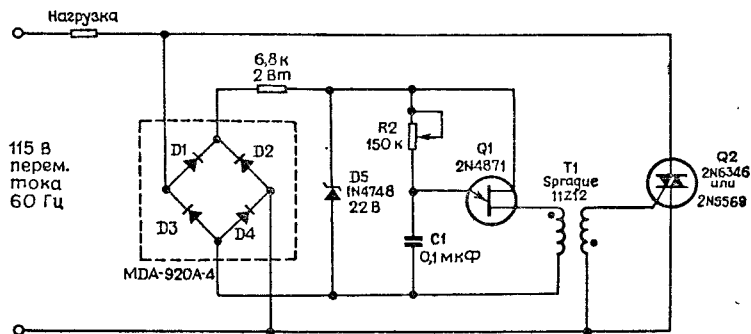
"Мигалка" с низковольтными лампами.

Можно использовать однопереходный транзистор КТ117 и тиристоры типа КУ103А



Сигнализатор газ/дым с КМДП-триггером-защелкой.

В схеме возможны замены: 1N914 → КД521А; 1N4001 → КД208; ML ED600 → АЛ102БМ; MC14001 → К561ЛЕ5; MPS-A13 → КТ827Б



Регулятор яркости на симметричном тиристоре (800 Вт).

Можно использовать диодный мост типа КЦ407, однопереходный транзистор типа КТ117 и тиристор типа КУ208Г

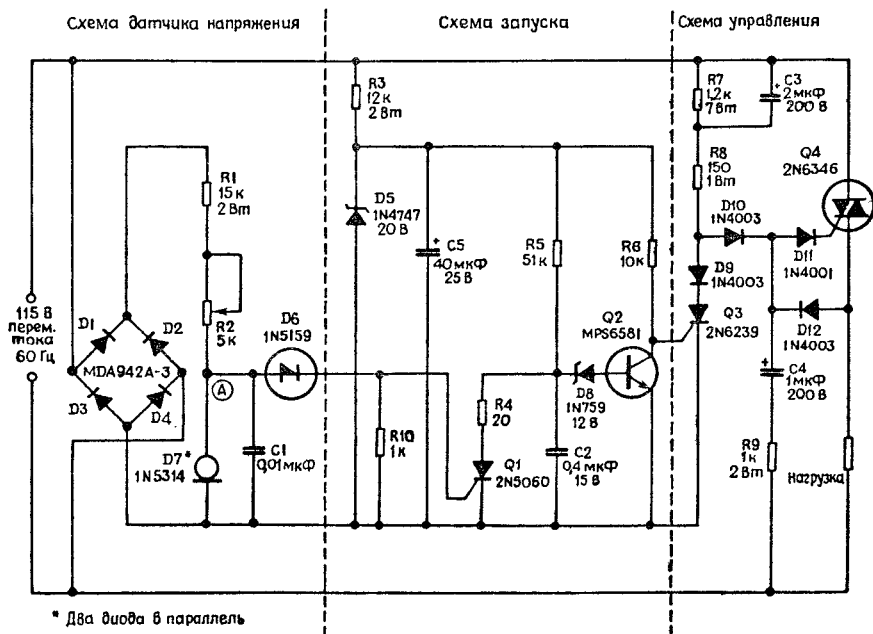
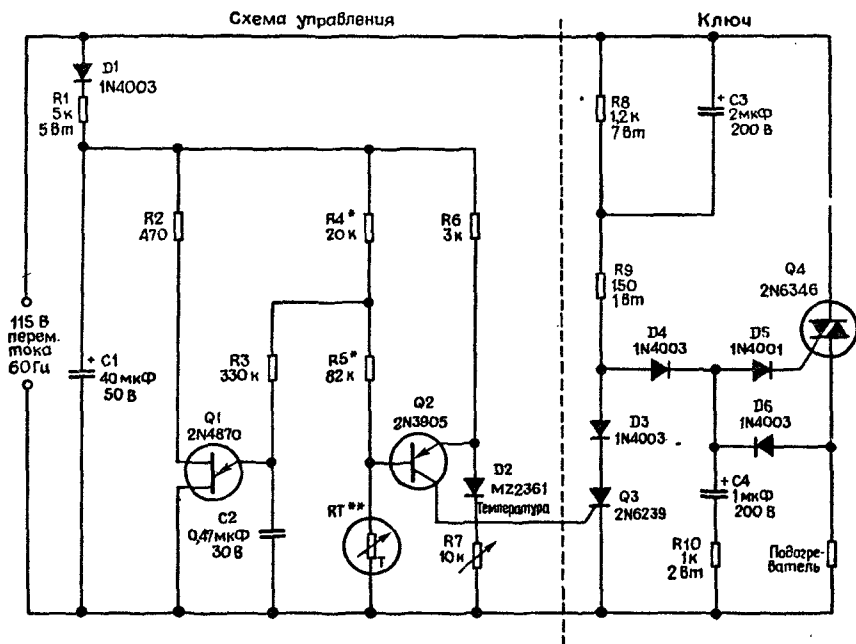


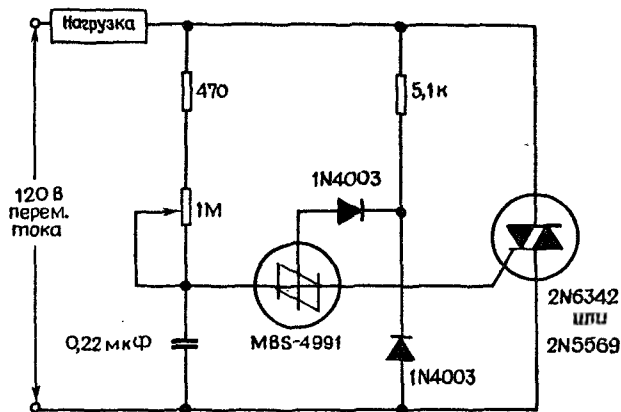
Схема защиты от перенапряжения с автоматическим сбросом.

Возможны замены MDA942A-3 → КЦ407, 1N5314 - стабилизатор тока, 1N5159 → КН102А, 1N4747 → КС520; 2N5060 → КУ103А, 1N759 → Д814Г, MPS6581 → КТ503Г, 2N6346 → КУ202Н, 1N4001 → КД208; 1N4003 → КД208; 2N6346 → КУ208Г



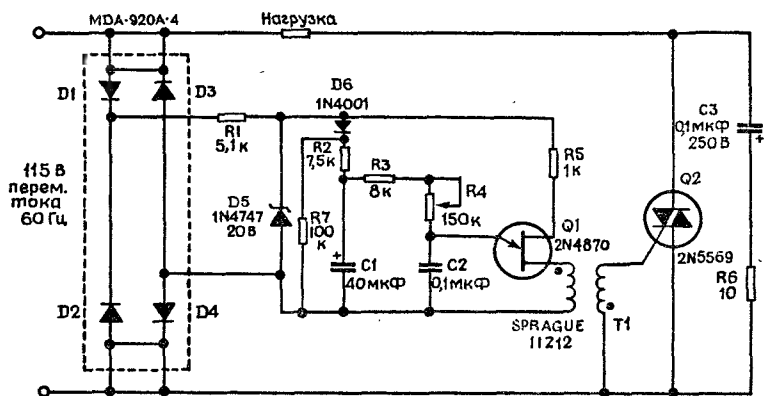
Регулятор температуры.

* R4 и R5 имеют малый температурный коэффициент. ** Термистор 100 кОм Fenwell QR5171.
Можно использовать однопереходный транзистор типа КТ117.



Безгистерезисный регулятор мощности.

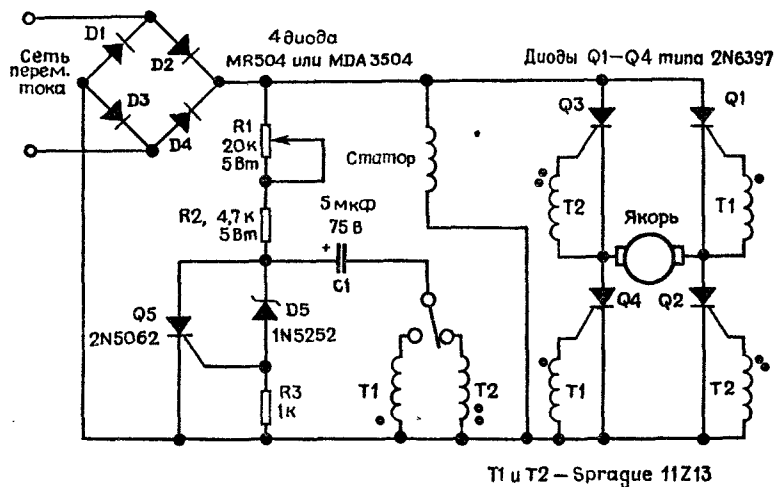
Возможны замены: MBS-4991 → два встречно-параллельно включенных диода КН102А; 1N4003 → КД208; 2N6342 → КУ208Г.



Регулятор яркости с "мягким" запуском.

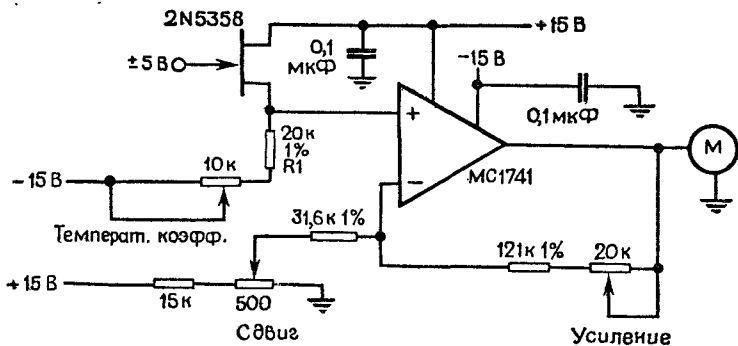
Схема регулировки скорости и направления вращения двигателя с последовательным возбуждением.

Можно использовать различные мощные диоды и тиристоры в зависимости от мощности двигателя.



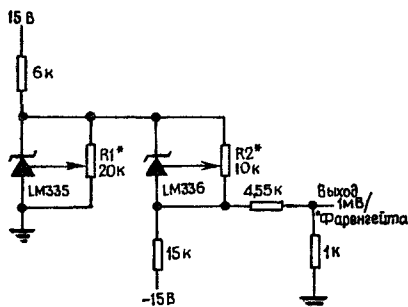
Индикатор сигнала.

Можно использовать транзистор КП302А и ОУ типа К140УД7.



Индикатор сигнала.

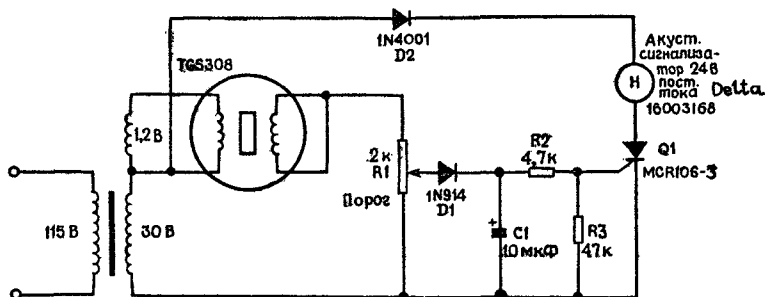
Можно использовать транзистор КР302А и ОУ типа К140УД7



Термометр Фаренгейта.

* R2 необходимо подстроить до 2,554 В на выходе LM 336, а R1 – для коррекции выходного напряжения.

Используются ИМС настраиваемых источников опорного напряжения.



Сигнализатор газ/дым с однополупериодным управлением.

Возможна замена MCR 106-3 → КУ201Б.

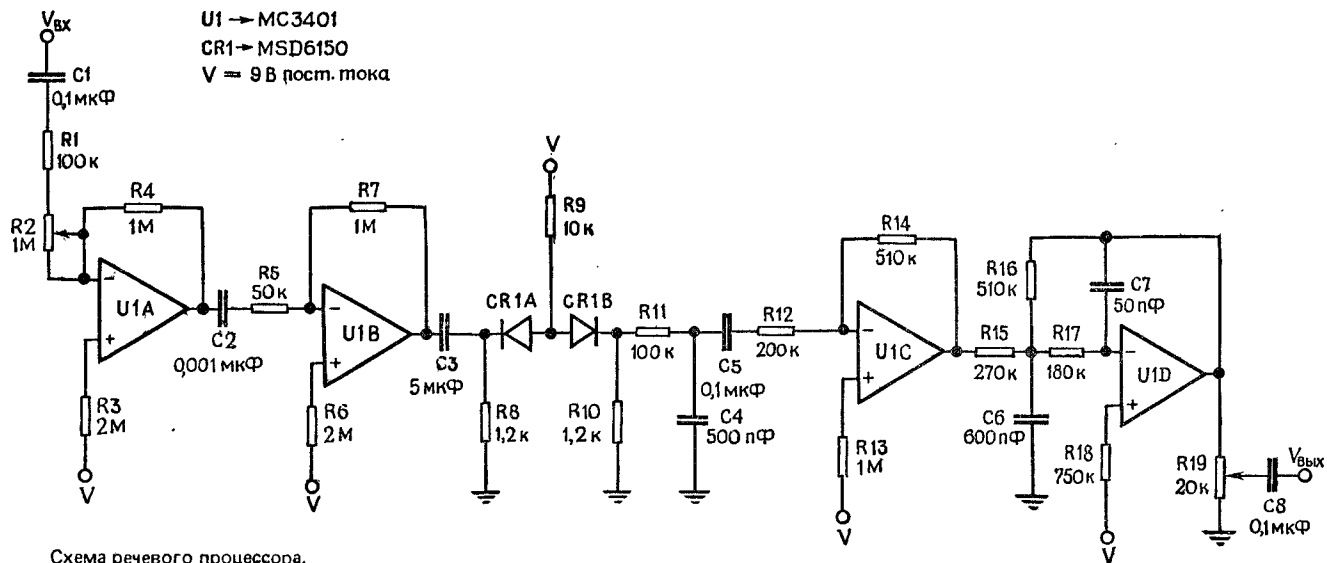


Схема речевого процессора.

Можно использовать ОУ типа К1401УД2 и диоды типа КД514А.

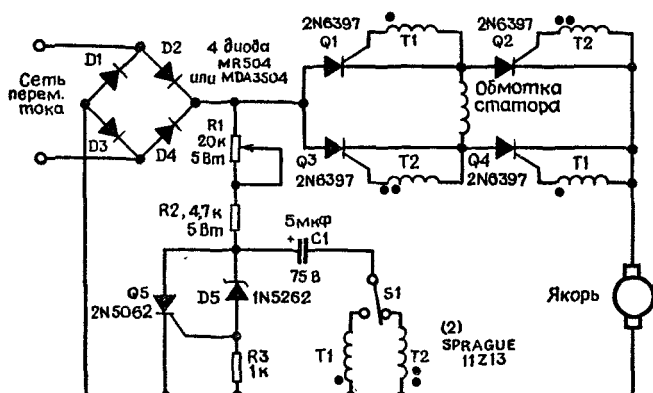


Схема управления скоростью и направлением вращения двигателя с параллельным возбуждением.

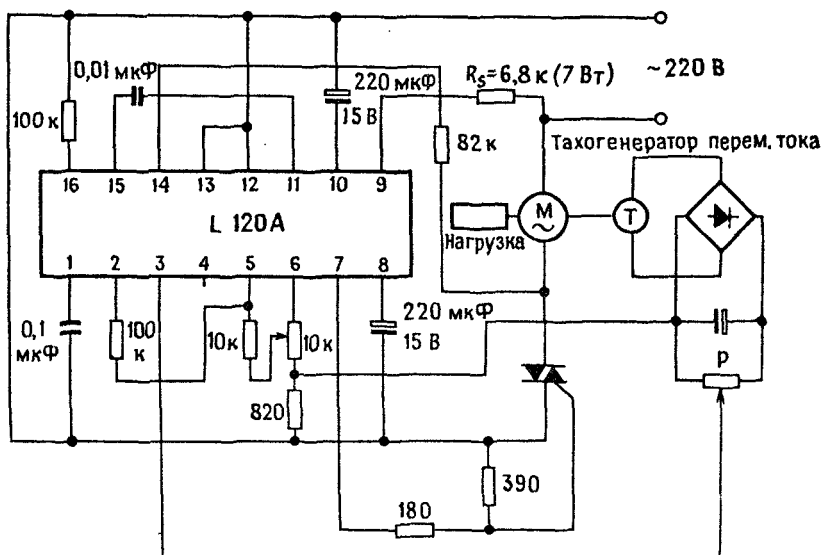
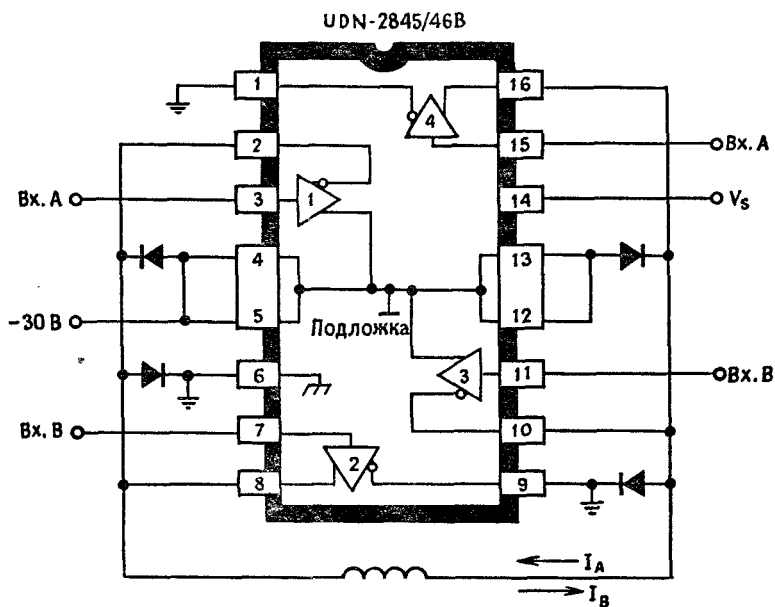
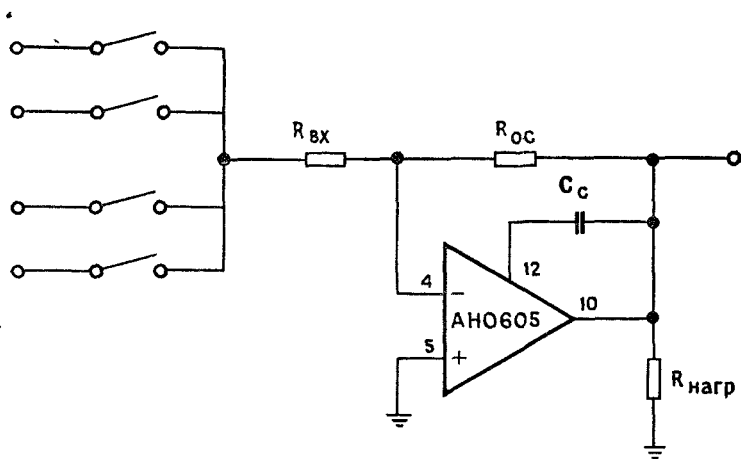


Схема регулирования скорости вращения электродвигателя переменного тока.
В схеме используется специальная ИМС фирмы SGS



Типичная схема биполярного привода электродвигателя.



$$K_V = -R_{OC} / R_{ВХ}$$

Схема быстродействующего шинного драйвера.

Можно использовать ОУ типа К154УД1 с дополнительным каскадом из дискретных транзисторах.

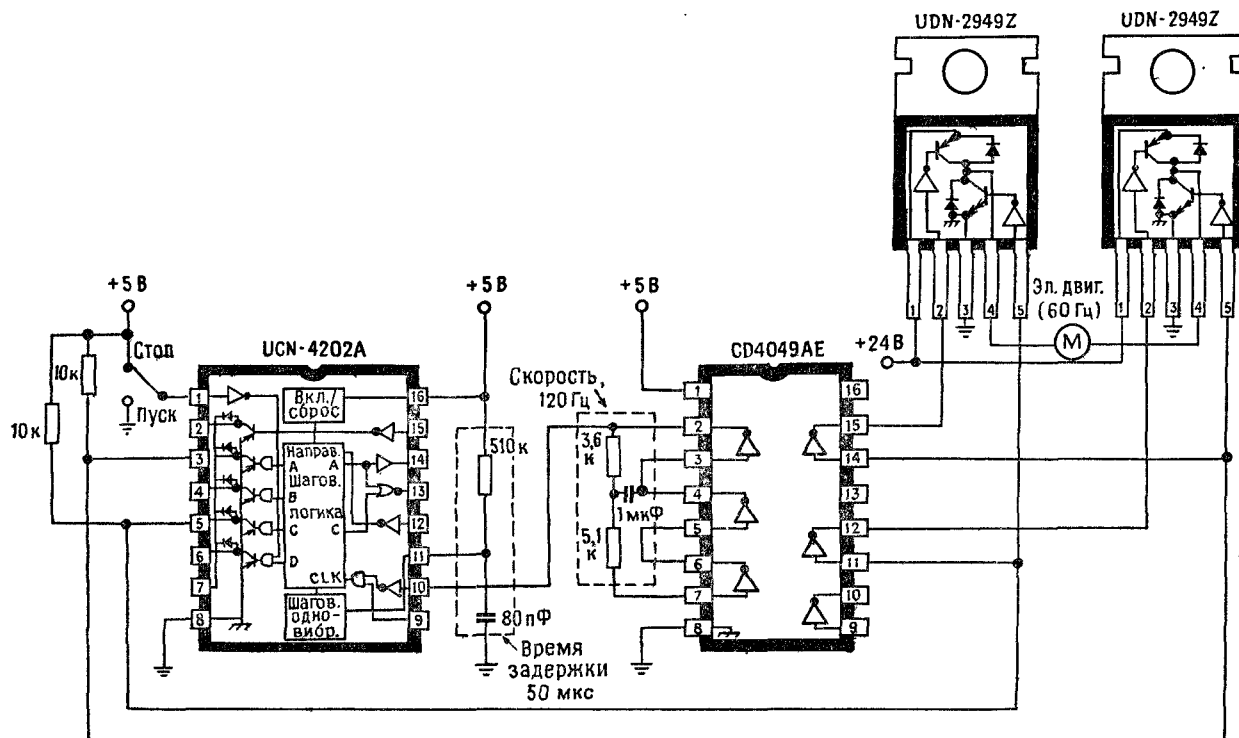


Схема привода двигателя переменного тока.

Возможны замены CD4049 → К561ЛН2; UCN-4202A и UDN-2949Z — специализированные ИМС фирмы Sprague Electric.

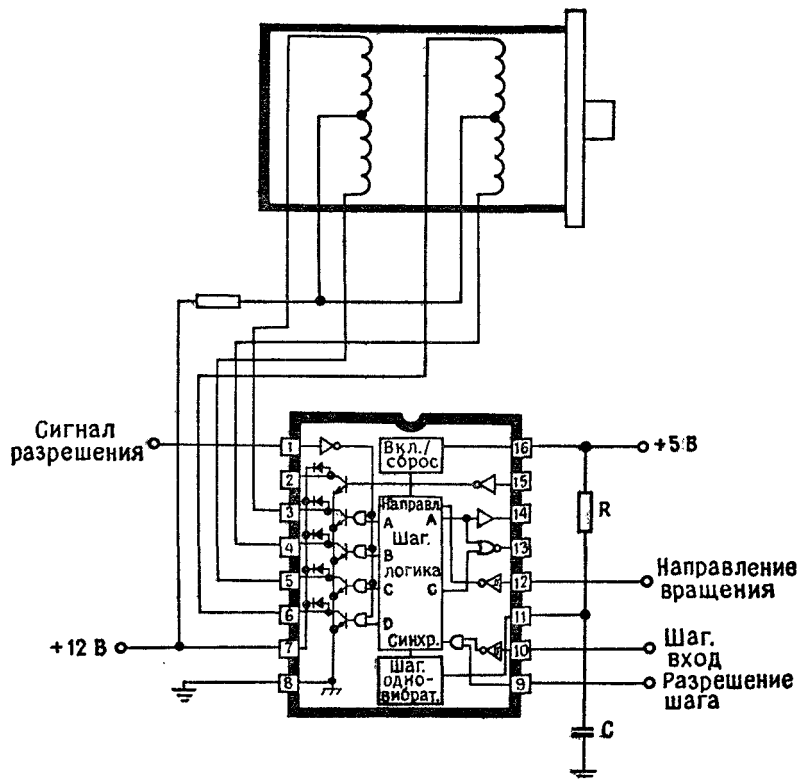
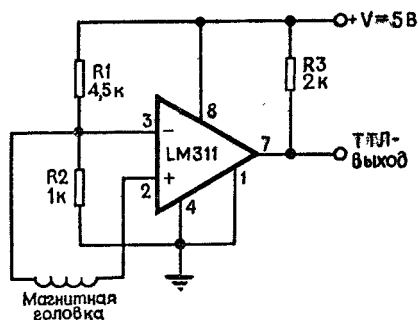
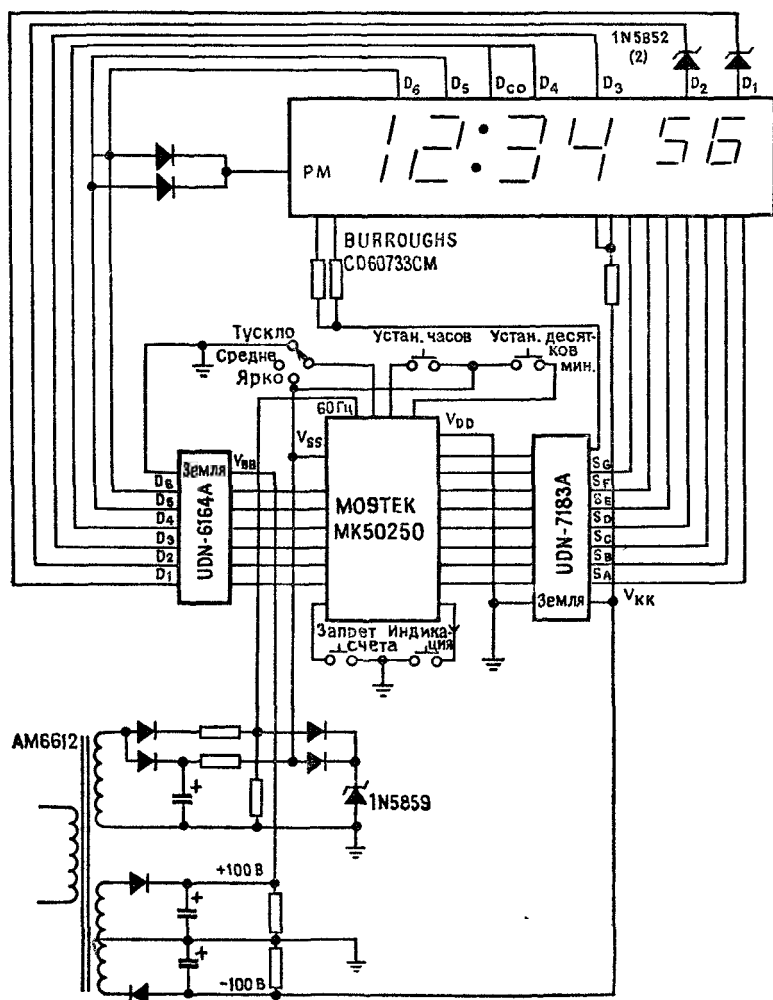


Схема управления шаговым двигателем (12 В, 500 мА) (двухшаговый режим) на специальной ИМС.

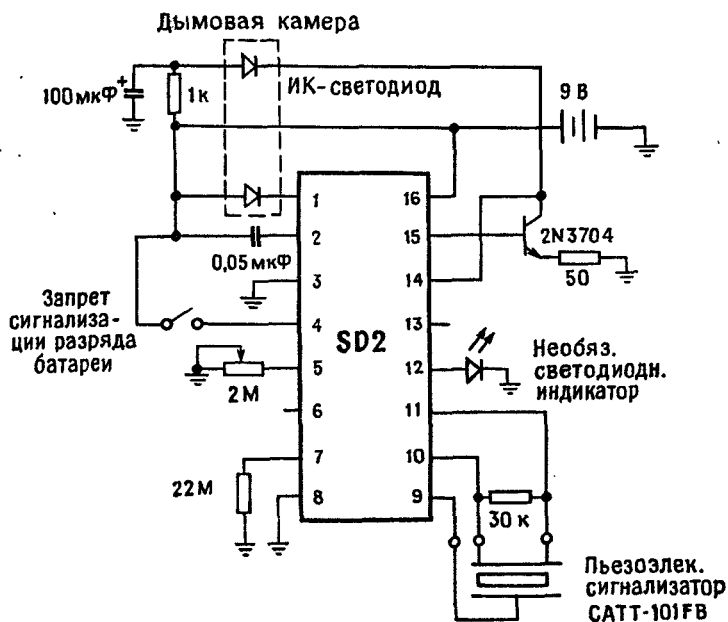


Детектор сигнала магнитного преобразователя.

Можно использовать ИМС К554СА3А.



Типовая схема часов с шестизначной индикацией.
Использована стандартная часовая БИС фирмы MOSTEK



Фотоэлектрический детектор дыма.
Используется специальная КМДП-ИС.

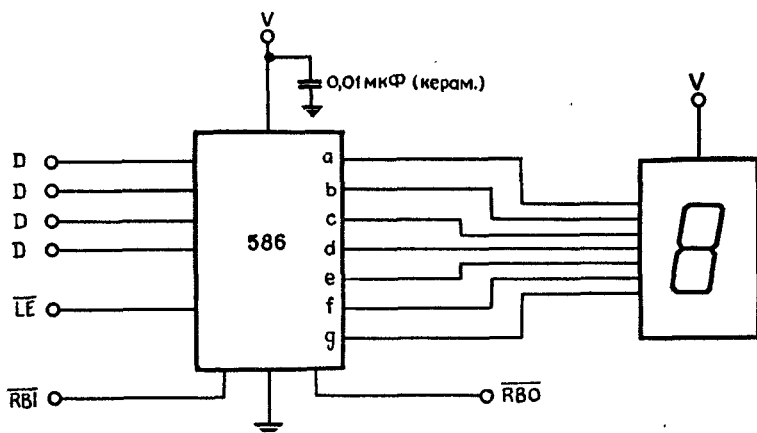


Схема управления цифровым индикатором.

В зависимости от типа индикатора можно использовать ИМС серий К176, КР514 и К161

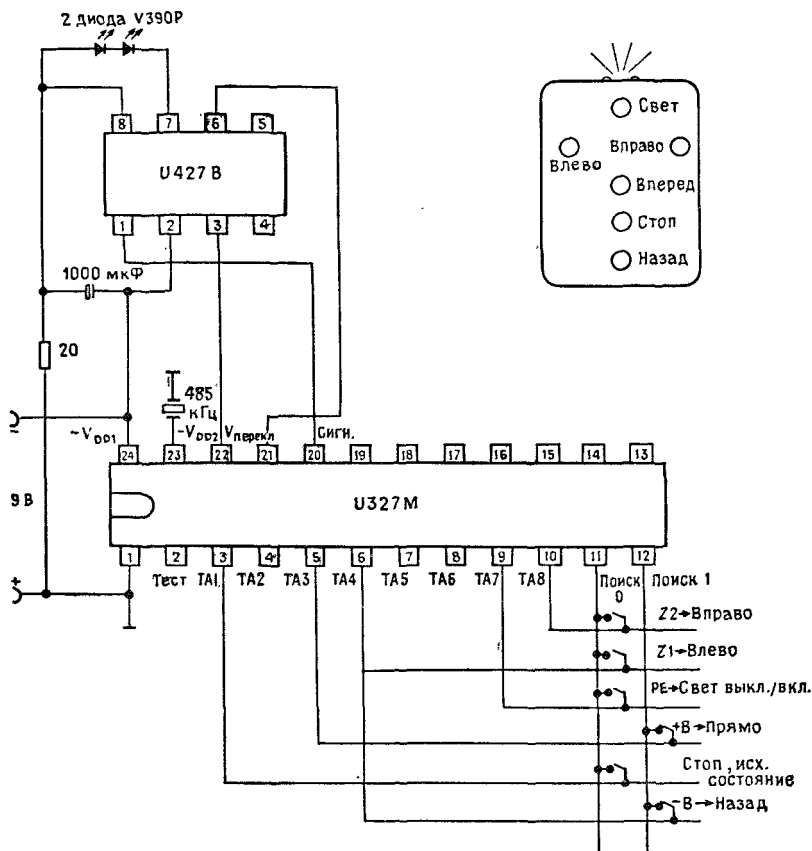
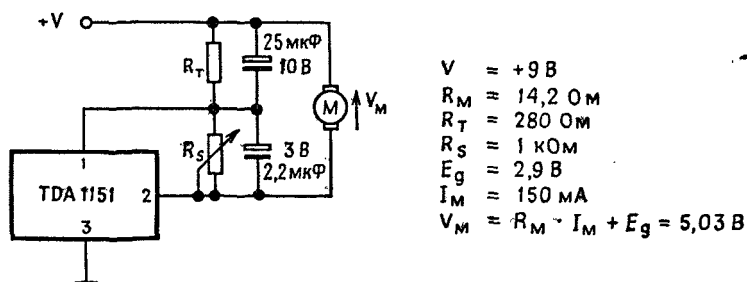
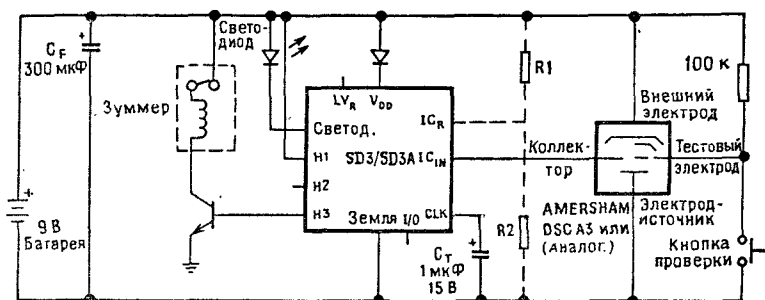


Схема управления моделью автомобиля на ИМС фирмы AEG.



Регулятор скорости вращения электродвигателя

Пояснения Керамический конденсатор емкостью 0,01 мкФ, подключенный между выводами 4 и 2 иногда улучшает стабильность.



ИМС SD3 для работы с цилиндрической ионизационной камерой и электромеханическим сигнализатором. Характерными особенностями являются необязательная резистивная цепочка R1/R2 для подстройки напряжения срабатывания компаратора и встроенный в ионизационную камеру внутренний тестовый электрод для внутрисхемной проверки сигнализации.

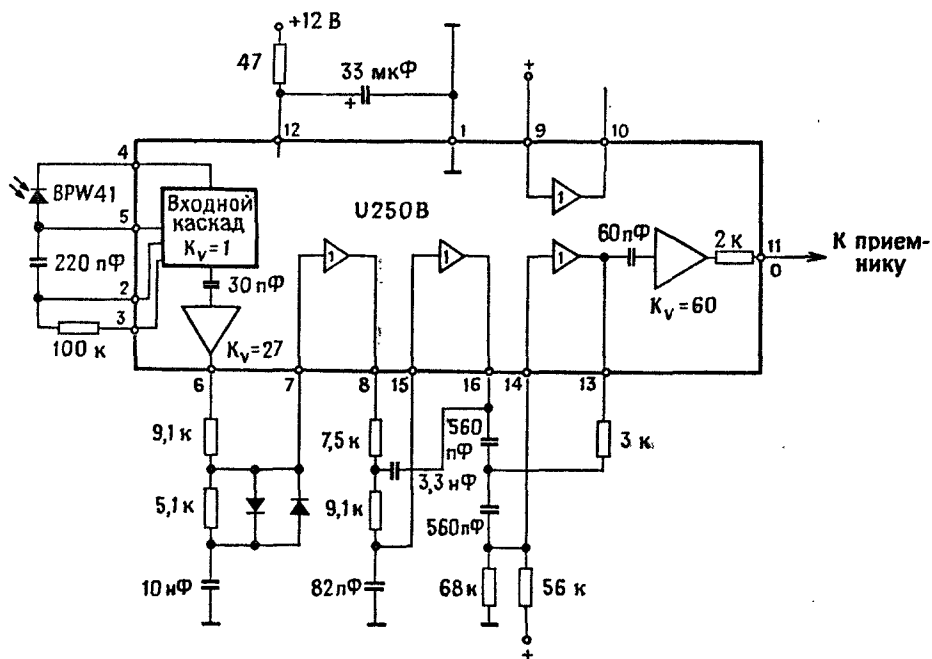
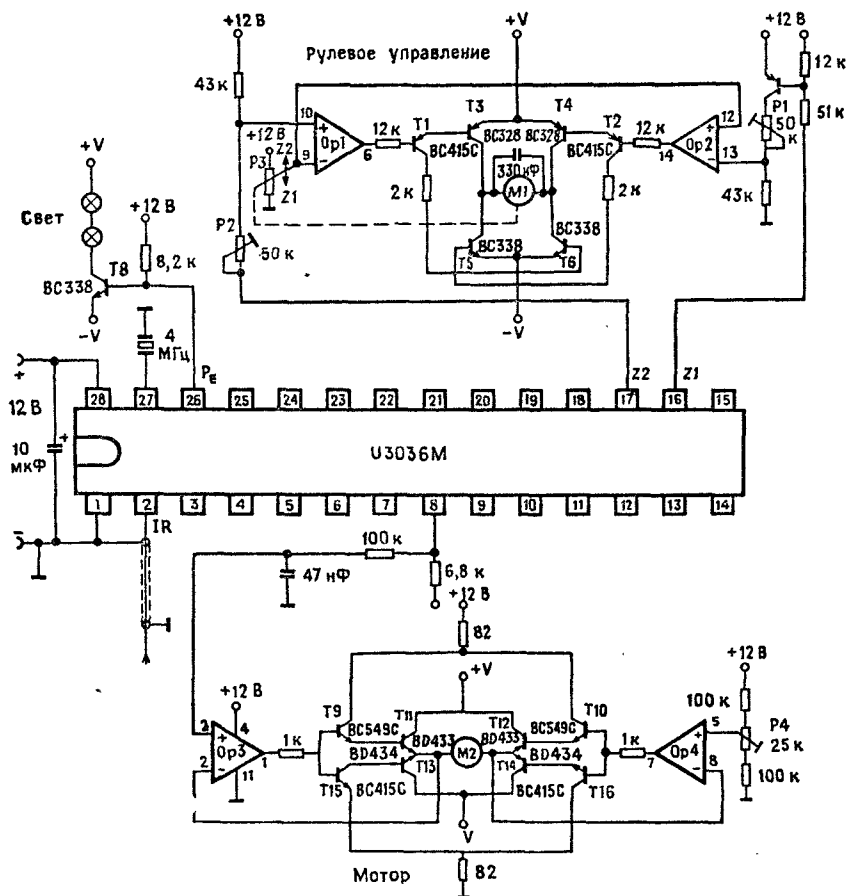
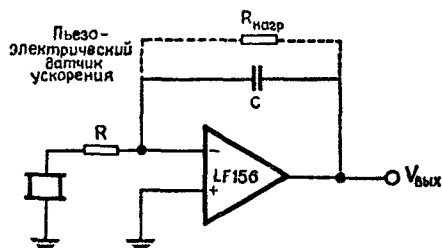


Схема предусилителя для фотодатчика.

Можно использовать ОУ общего применения с соответствующими цепями коррекции



Приемник и схема управления двигателем, рулевой машинкой и светом (для моделей)
Использованы специальные ИМС U3036M фирмы AEG.



Зарядочувствительный усилитель для пьезодатчика.
Можно использовать ОУ типа КР140УД18

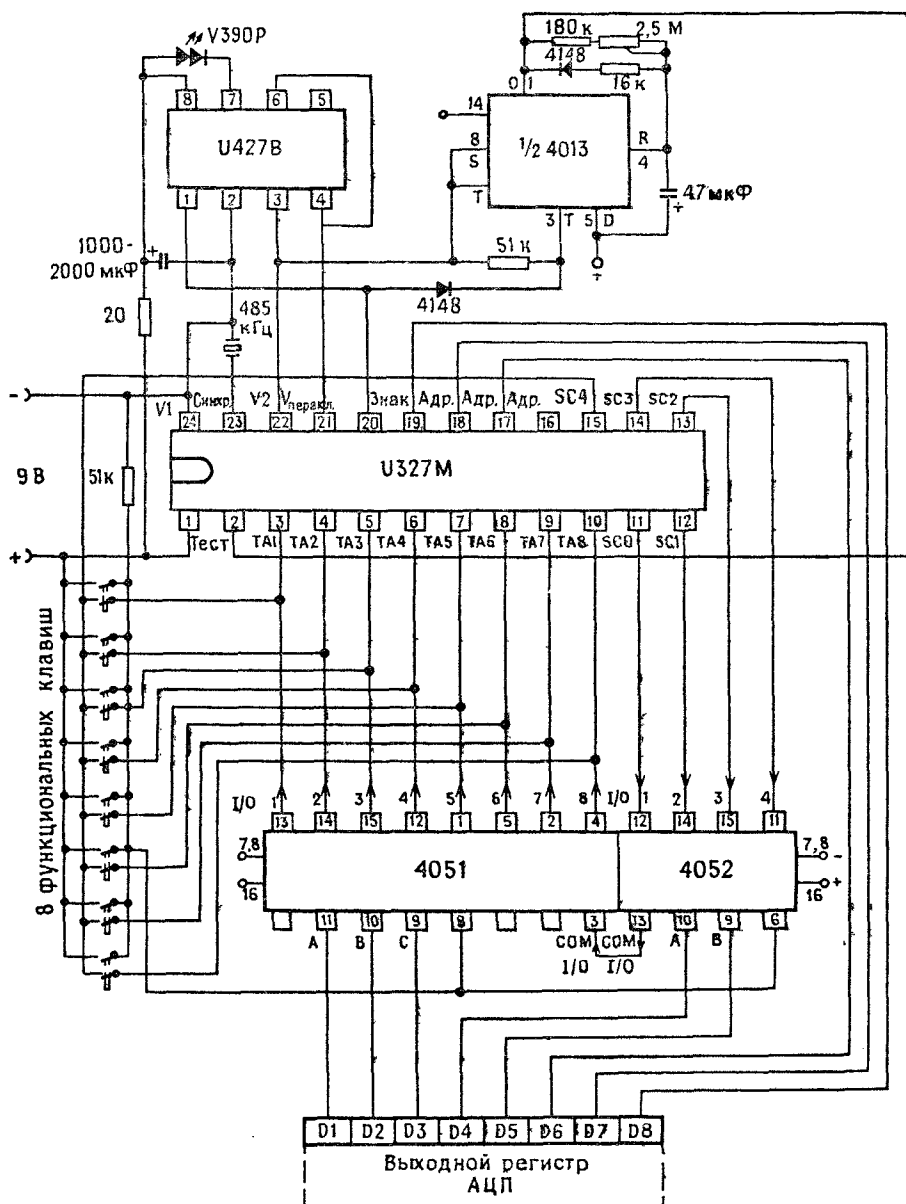
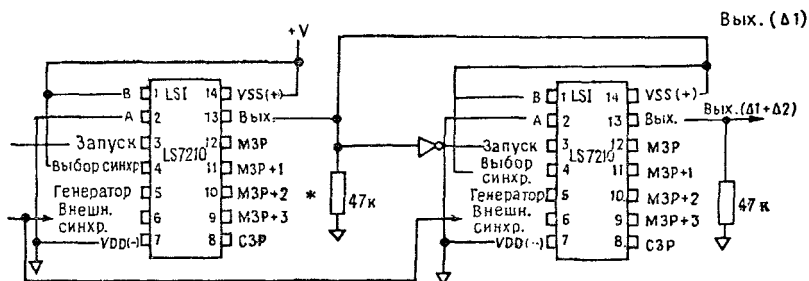


Схема "беспроводной" передачи данных при измерении.
Использована специальная ИМС фирмы AEG.



* Подключение с желаемым весовым коэффициентом

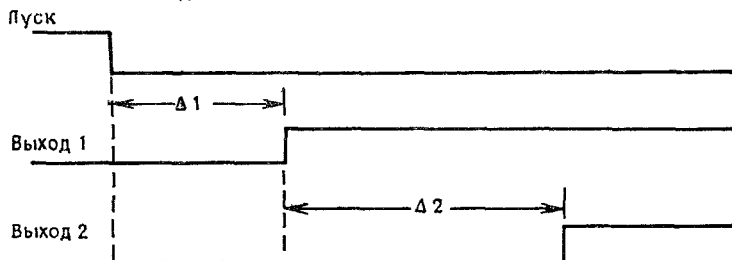
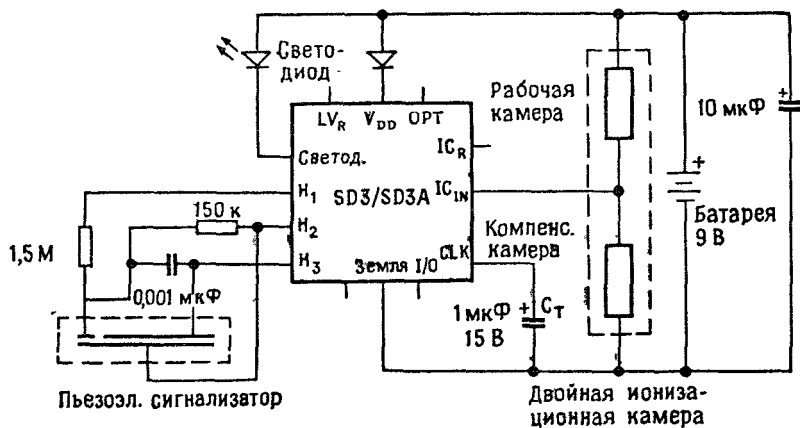
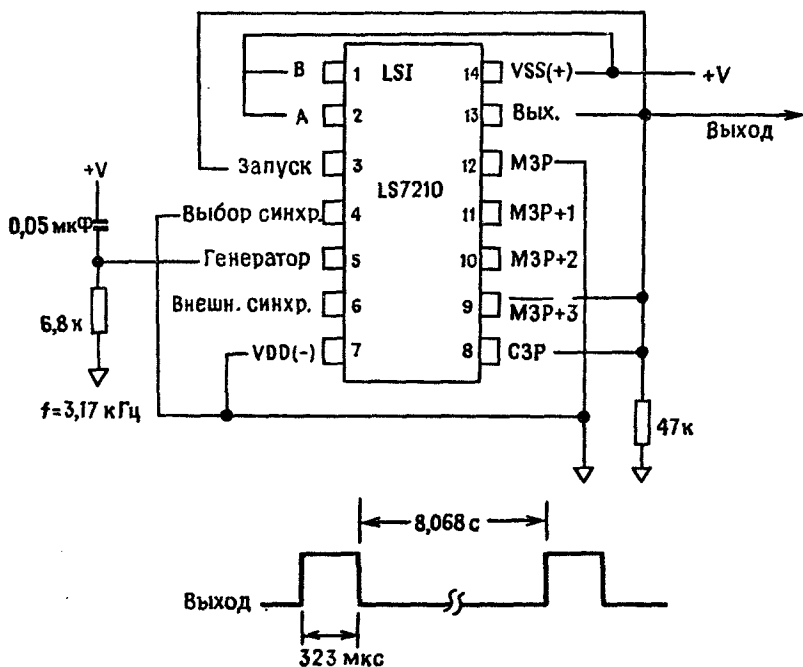


Схема последовательного включения освещения.

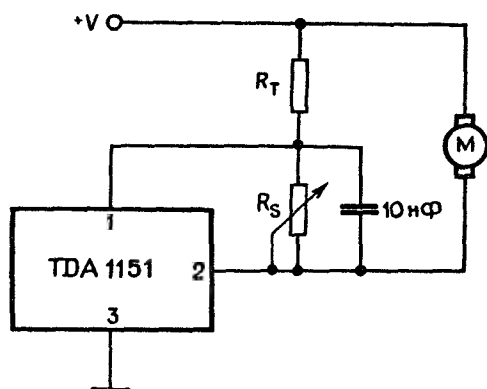


ИМС SD3/SD3A для работы с двойной ионизационной камерой, пьезоэлектрическим сигнализатором и светодиодом в качестве индикатора включения питания.

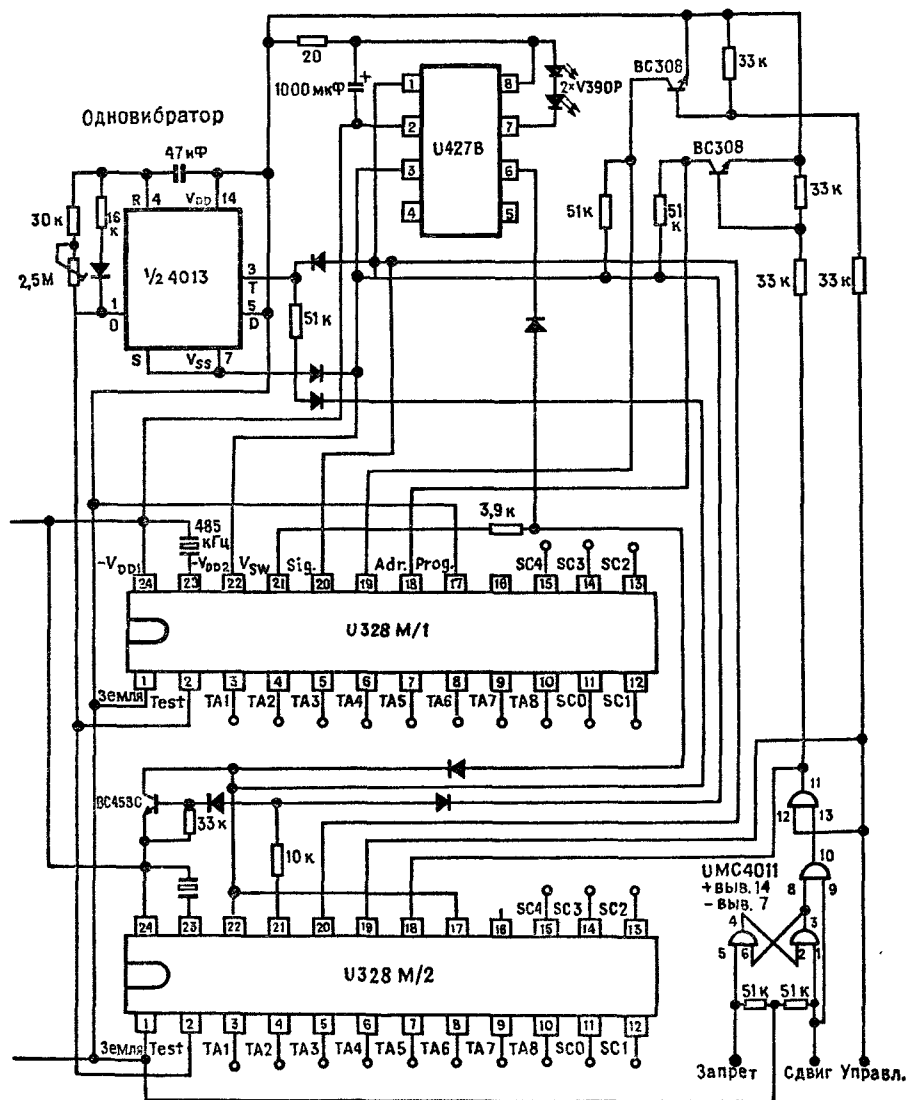


мметричная "мигалка" на ИМС фирмы LSI .

Пояснения. Входы А и В — в режиме двойной задержки. Для получения симметричного сигнала подключить выводы 8 — 12 с соответствующим весовым коэффициентом.



Недорогая специальная схема для регулировки скорости вращения электродвигателя.
Пример использования специальной ИМС фирмы SGS



Быстродействующий интерфейс клавиатуры.

Используются специальные ИМС фирмы AEG и КМДП-ИС общего применения.

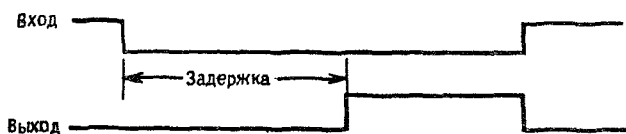
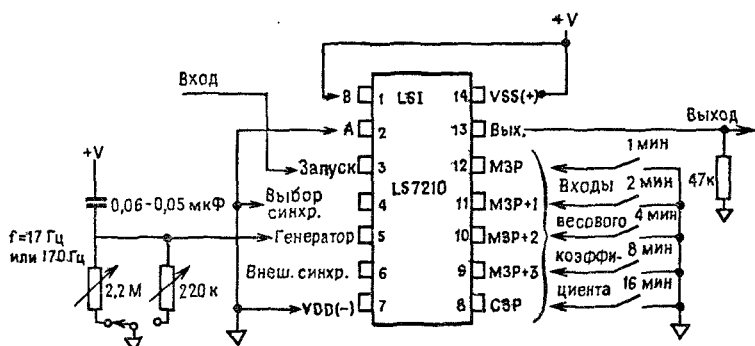


Схема на ИМС LS7210 для получения временных задержек от 1 до 31 мин.

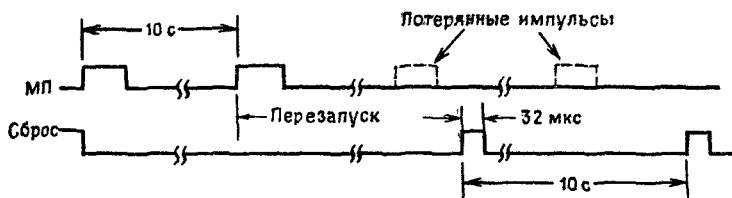
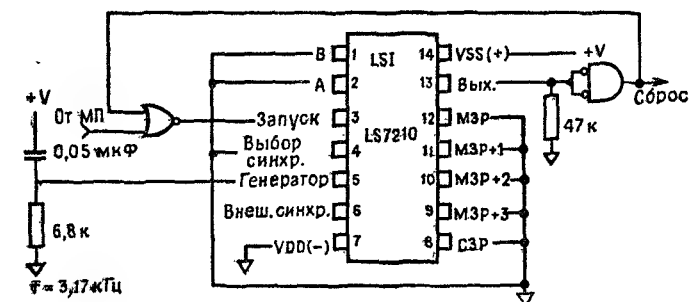


Схема сигнализации с автоматическим сбросом.

Пояснения. Входы А и В – в режиме одновибратора. На выходе генерируется сигнал, как только микропроцессор входит в состояние прерывания.

Глава 18

Таймеры и переключающие схемы

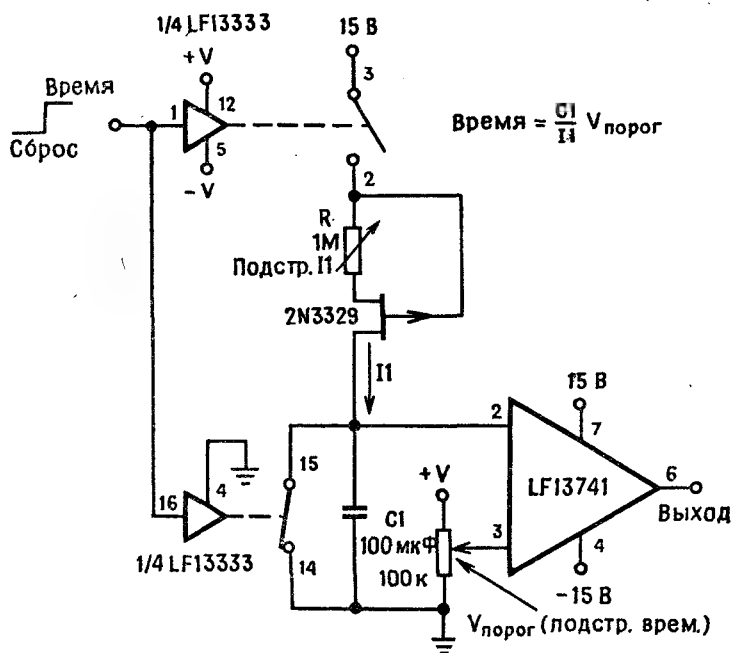
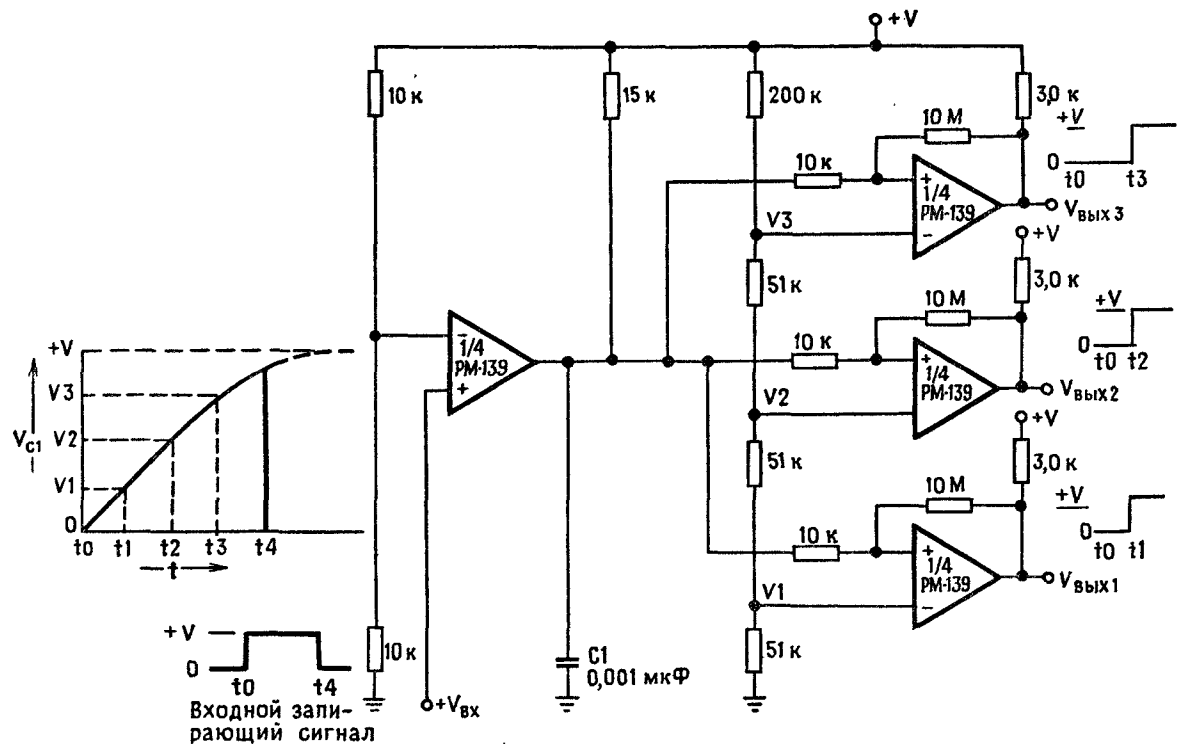


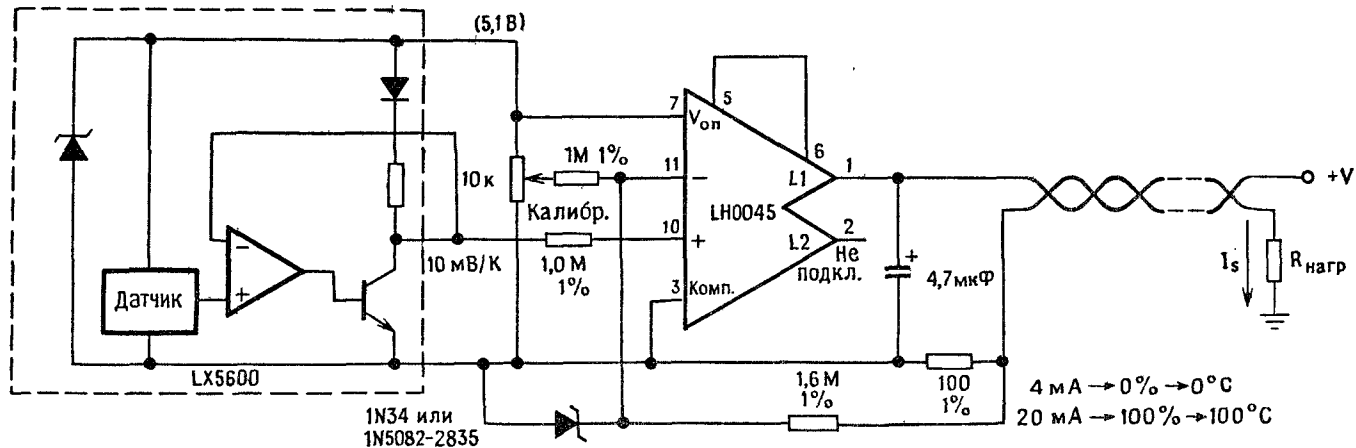
Схема таймера на большие времена.

Пояснения. Сигнал на выходе принимает высокий уровень при включении выдержки. Для получения низкого уровня на выходе при включении задержки поменять местами входы ОУ. Конденсатор C1 обладает малыми утечками.

Можно использовать аналоговые ключи из серии К590, полевой транзистор КП103К и ОУ типа К140УД7

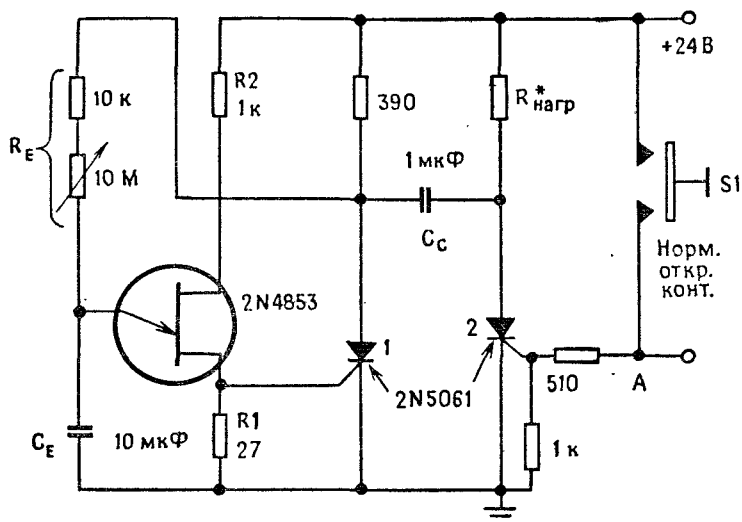


Генератор временных задержек.
Можно использовать ОУ К1401УД2.



Электронный датчик температуры.

Использована специальная ИМС датчика фирмы National Semiconductors. Можно реализовать устройство на отдельных ОУ и дискретных элементах.



Простая схема временной задержки с двумя тиристорами.

* Величина $R_{нагр}$ должна быть достаточно малой, чтобы тиристор мог оставаться в открытом состоянии.

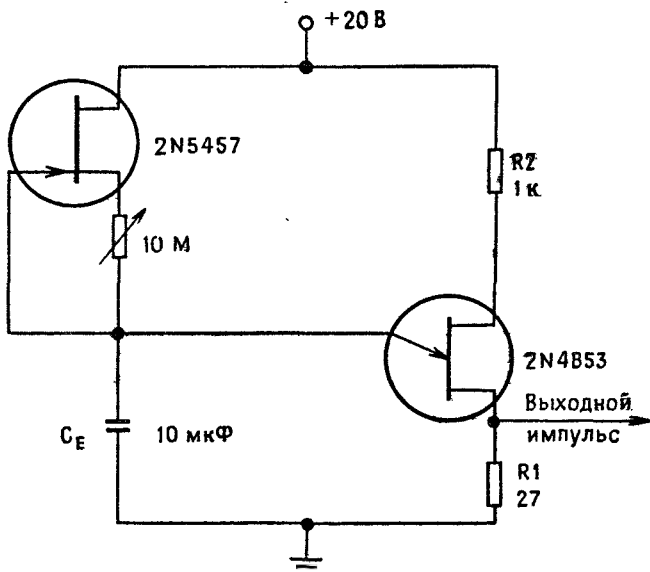
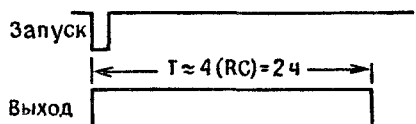
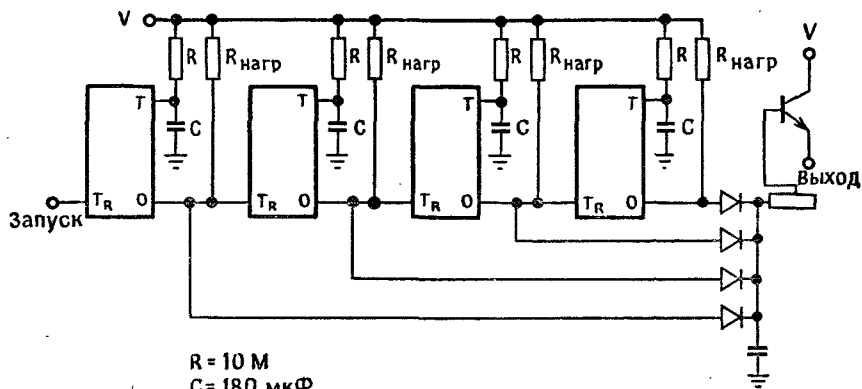


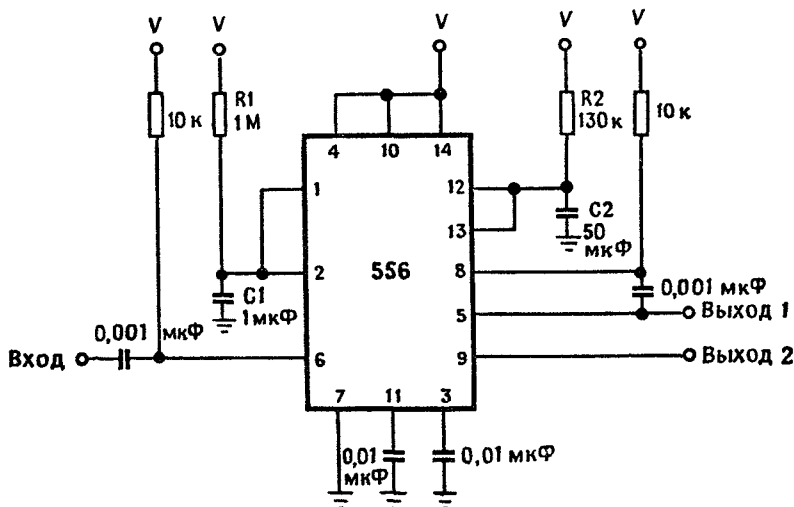
Схема временной задержки с генератором тока.

Возможны замены: 2N5457 → КП302; 2N4853 → КТ117



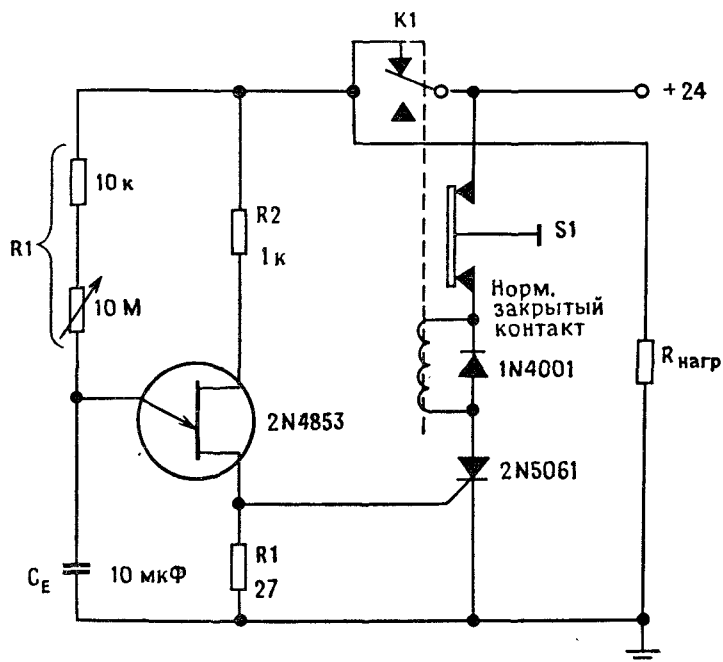
Двухчасовой таймер на ИМС 558.

Можно использовать ИМС таймера КР1006ВИ1 (в типовом включении).



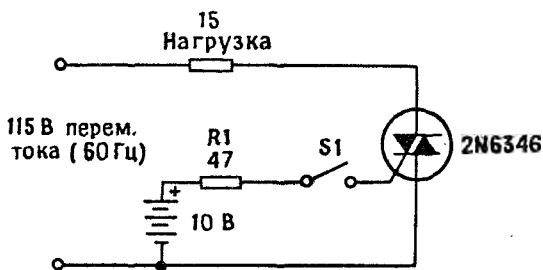
Последовательный таймер.

Можно использовать две микросхемы ИМС типа КР1006ВИ1.



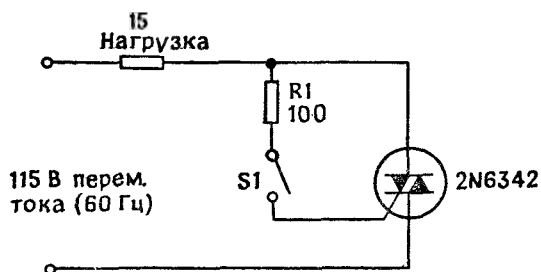
Простая схема временной задержки.

Можно использовать однопереходный транзистор КТ117, тиристор КУ201А и диод КД208.



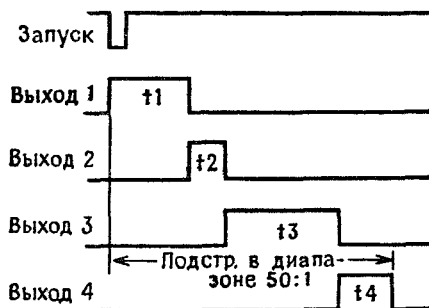
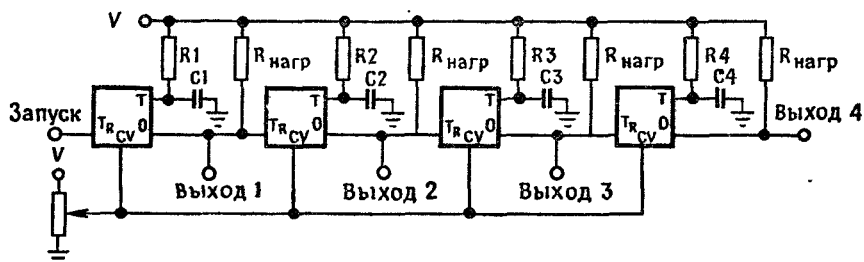
Тиристорный ключ с низковольтным запуском.

Можно использовать тиристор типа КУ208Г.



Симметричный тиристор в качестве замыкателя.

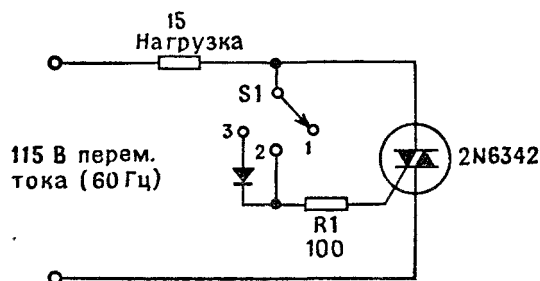
Можно использовать тиристор типа КУ208Г.



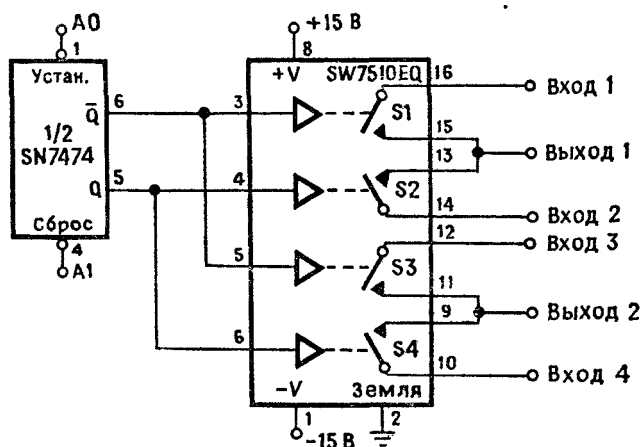
Последовательный таймер на ИМС 558 с временем цикла, управляемым напряжением (диапазон 50 : 1).

Пояснения. Величины $t_1 - t_4$ остаются пропорциональными во всем диапазоне настройки.

Можно использовать ИМС КР1006ВИ1.



Трехпозиционный статический ключ.

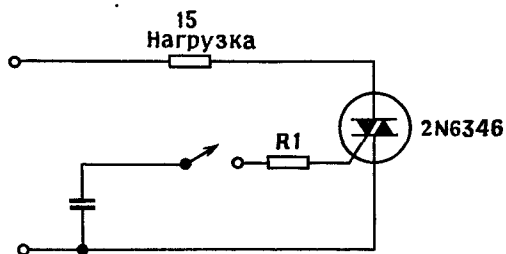


Типичная схема двунаправленного переключателя с защелкой.

Таблица состояний

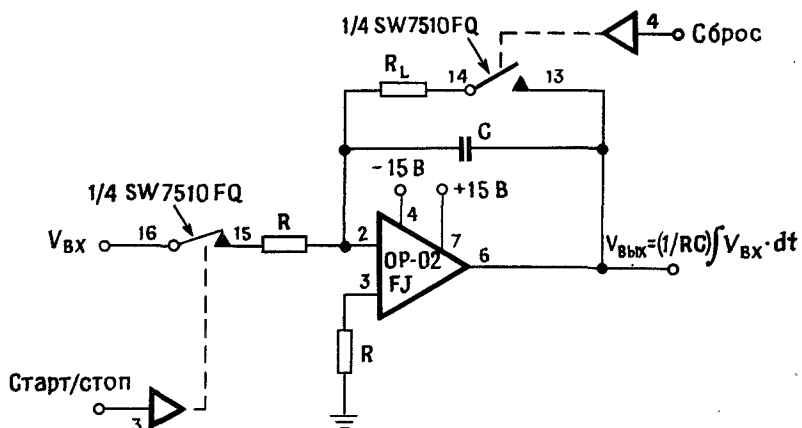
Управляющий код			Состояние ключей
A0	A1	S2 и S4	S1 и S3
1	1	Не изменяется	Не изменяется
0	1	Включены	Выключены
1	0	Выключены	Включены
0	0	Неопределенное	Неопределенное

Возможны замены: SN7474 → K155TM2; SW7510E → K561КТЗ или аналогичные из серий K590 и K591.



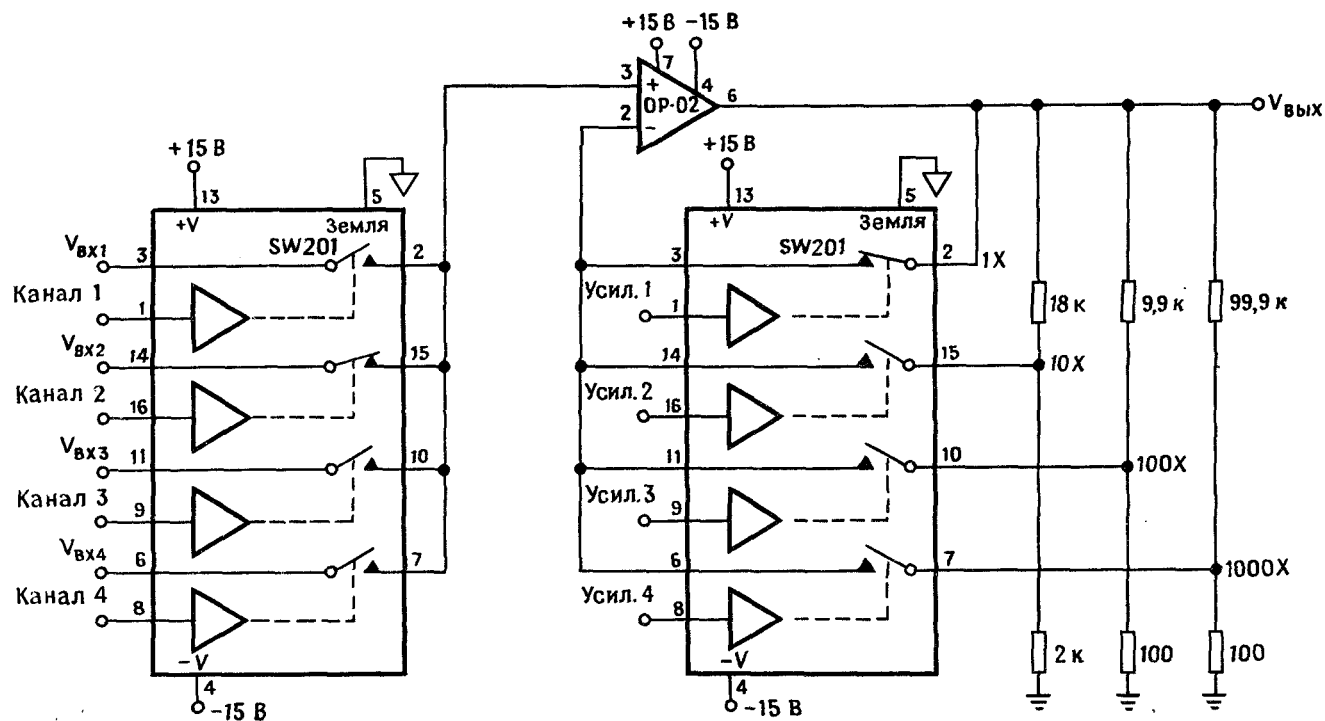
Тиристорный ключ, управляемый переменным током.

Возможна замена: 2N6346 → КУ208Г.



Интегратор с аналоговым сбросом и возможностью перезапуска.

Можно использовать ИМС аналогового переключателя типа К590КН4 и ОУ типа К153УД5.



Неинвертирующий усилитель с программируемым коэффициентом усиления и селектируемыми входами.
Можно использовать ИМС типа К590КН4 и ОУ типа К153УД5.

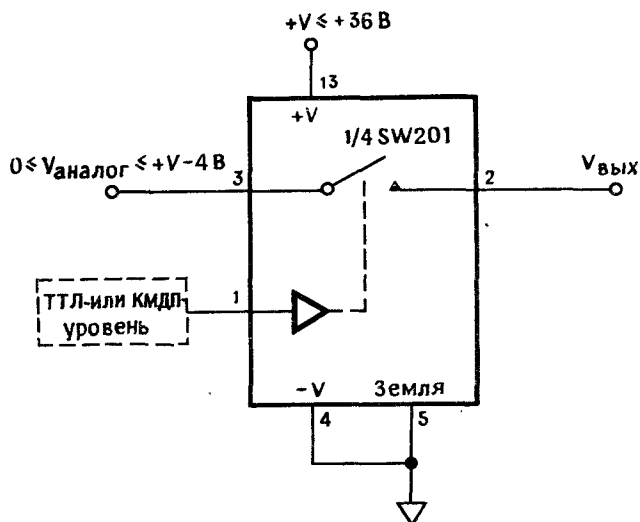


Схема управления положительным источником питания.

В схеме можно использовать ИМС типа К590КН4.

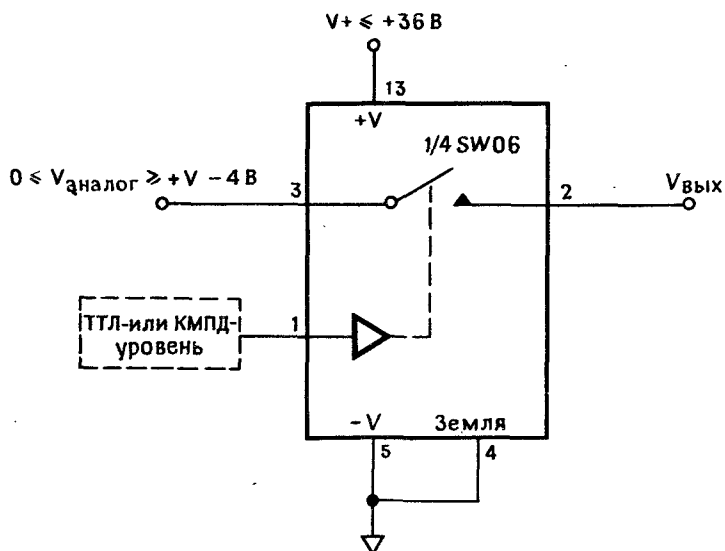
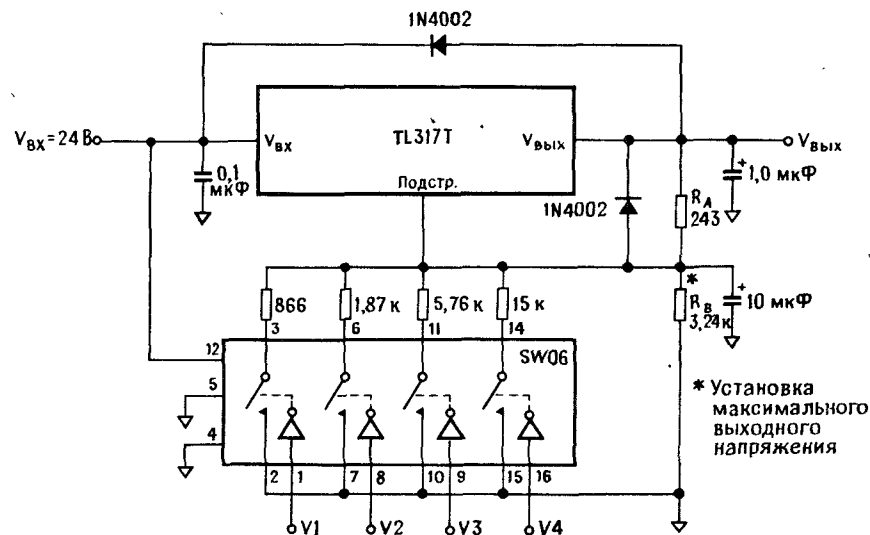


Схема управления положительным источником питания.

Можно использовать ИМС типа К590КН5.



Программируемый источник питания.

$V_{\text{вых}}, \text{В}$ $R_{\text{вх}}, \text{кОм}$

$$V_{\text{вых}} = 1,25 \left(1 + \frac{R_B \parallel R_{\text{вх}}}{R_A} \right)$$

5,0 0,866

7,5 1,87

12,0 5,76

15,0 15,0

$R_{\text{ключ отк}} = 60 \text{ Ом}$

$R_B = 3,24 \text{ кОм}$

Можно использовать ИМС трехвыводного источника питания типа К142ЕН5, диоды КД208 и аналоговый переключатель К590КН5.

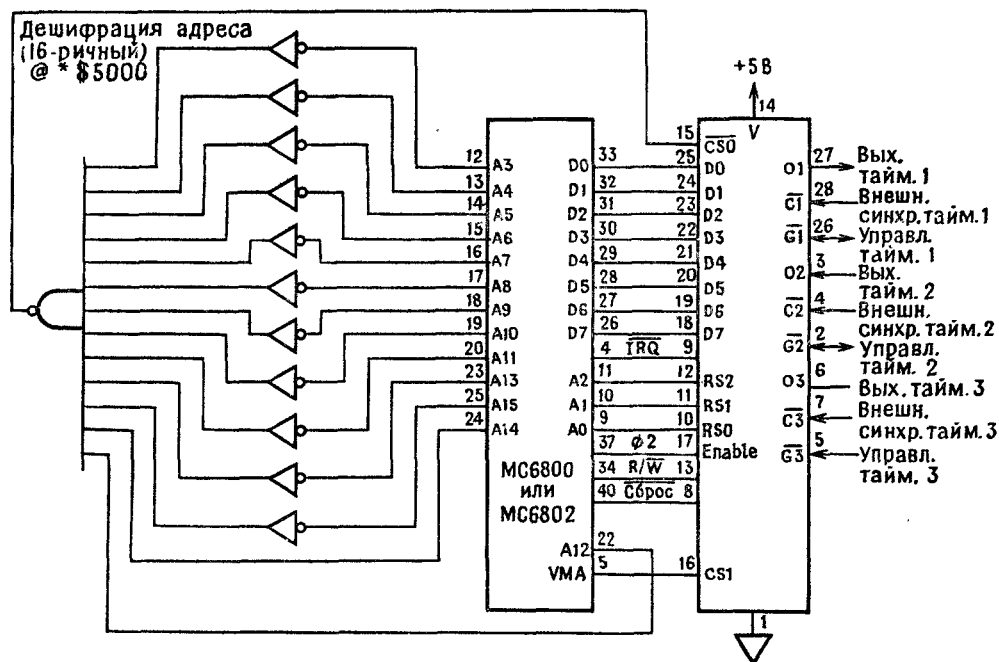
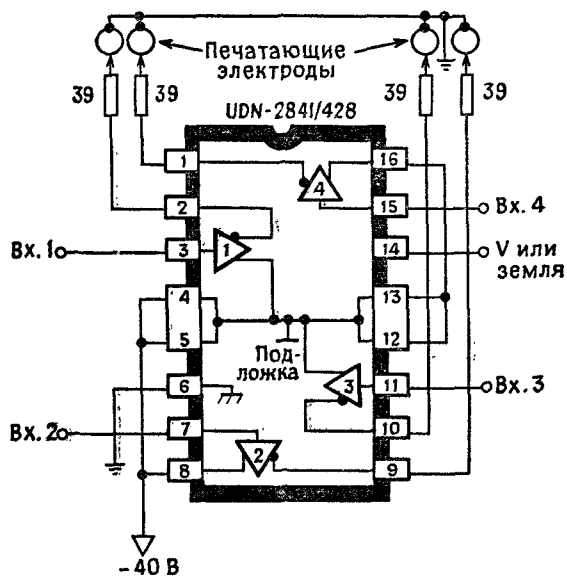


Схема подключения программируемого таймера к микропроцессору.
Типовая схема на ИМС фирмы Motorola.

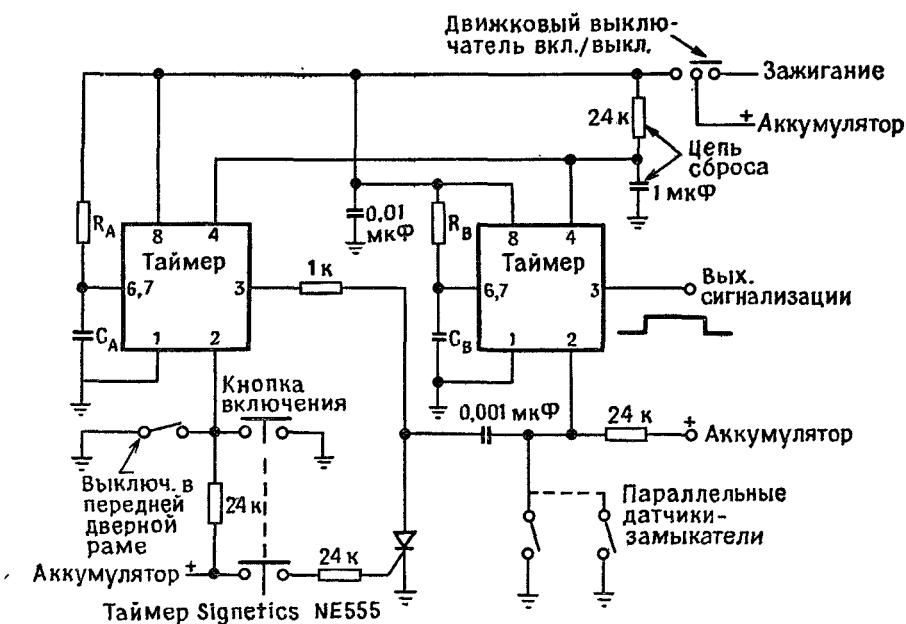


Типовая схема подключения электропринтера.

Можно использовать ИМС типа К1109КТ5.

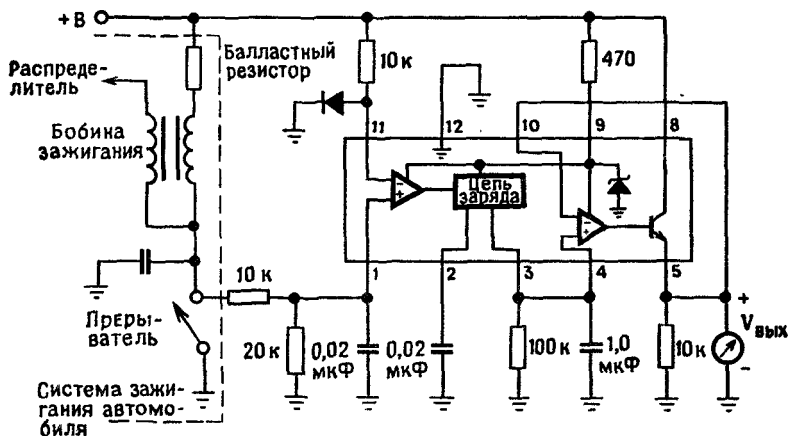
Глава 19

Электронные схемы для автомобилей



Сигнализатор угона автомобиля.

Можно использовать ИМС типа КР1006ВИ1 и тиристор типа КУ202Б.



Измеритель числа оборотов двигателя с $V_{\text{вых}} = 6 \text{ В}$ при 400 Гц или 6000 об/мин (8-цилиндровый двигатель).

Можно использовать ИМС типа КР1006ВИ1.

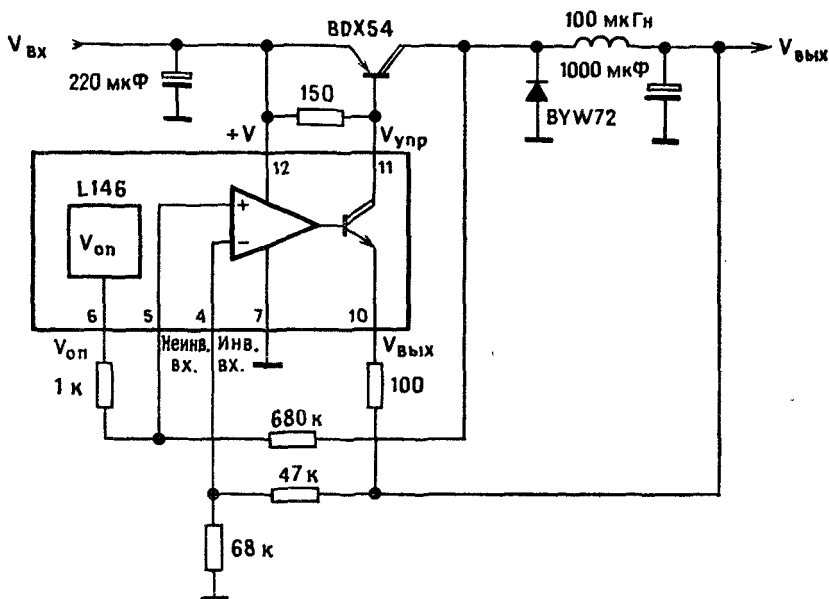
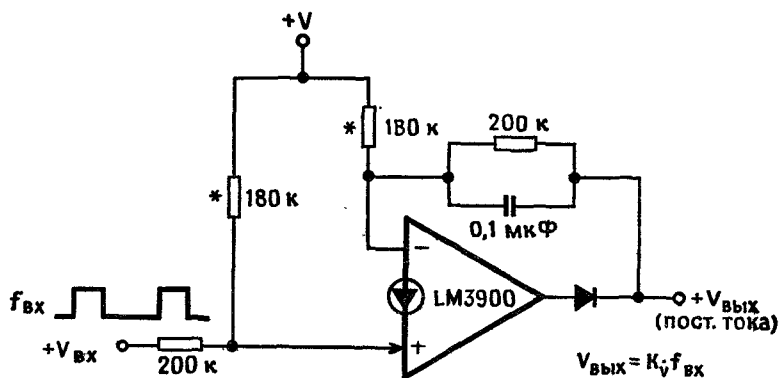


Схема ключевого стабилизатора, понижающая напряжение для 12В-автомобильного радиоприемника.

Можно использовать транзистор типа КТ825Б и диод типа КД213А. ИМС L146 – ключевой стабилизатор напряжения.



Тахометр.

*С помощью этих резисторов напряжения на выходе можно сделать равными 0.
Можно использовать ИМС типа К1401УД1.

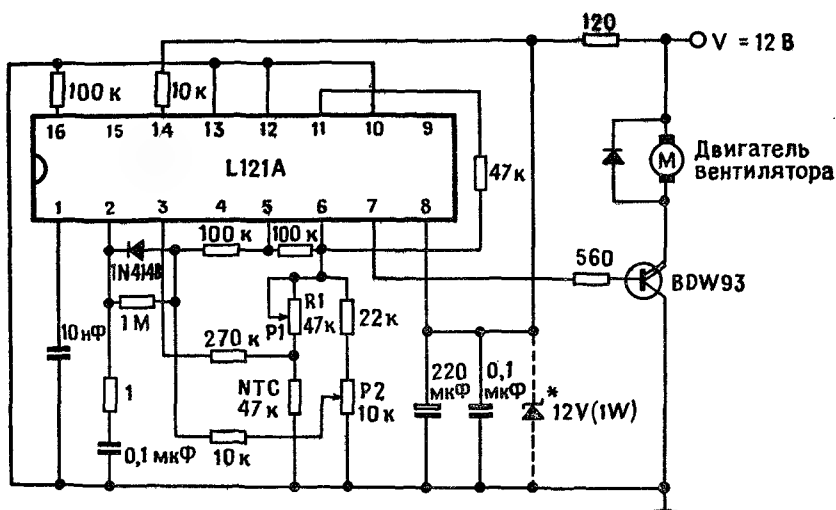
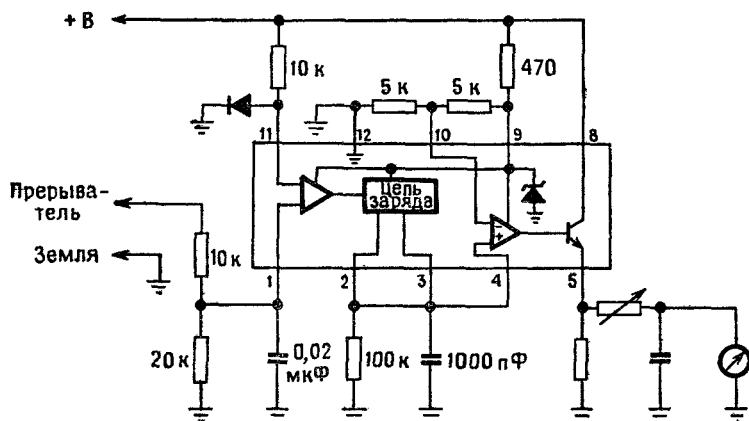


Схема управления автомобильным кондиционером.

Пояснения

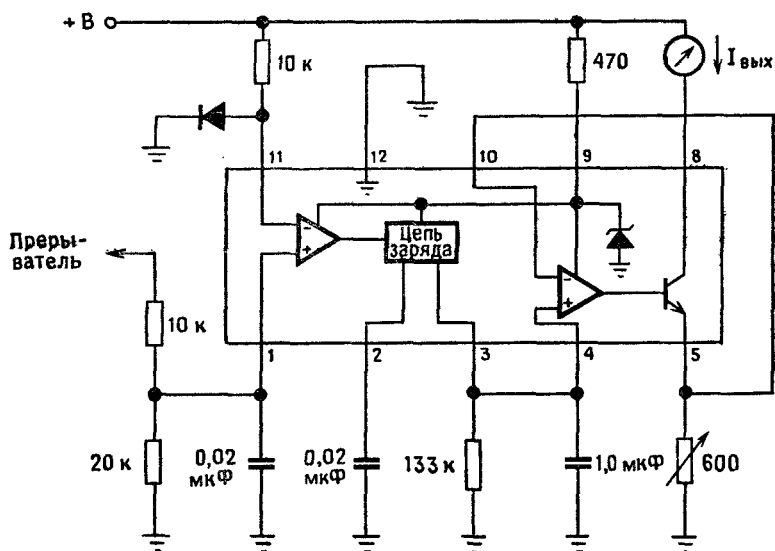
* Защита от перенапряжения; P1 — установка гистерезиса устройства; P2 — установка температуры.

Возможны замены: 1N4148 → КД521А; BDW93 → КТ827Б; стабилитрон 12 В (1 Вт) → Д815Д; L121A — специальная ИМС фирмы SGS.



Индикатор срока службы прерывателя.

Можно использовать ИМС типа КР1006ВИ1 и диод типа КД521А.



Измеритель числа оборотов двигателя с $I_{\text{вых}} = 10 \text{ мА}$ при 300 Гц или 6000 об/мин (6-цилиндровый двигатель).

Логические схемы и счетчики



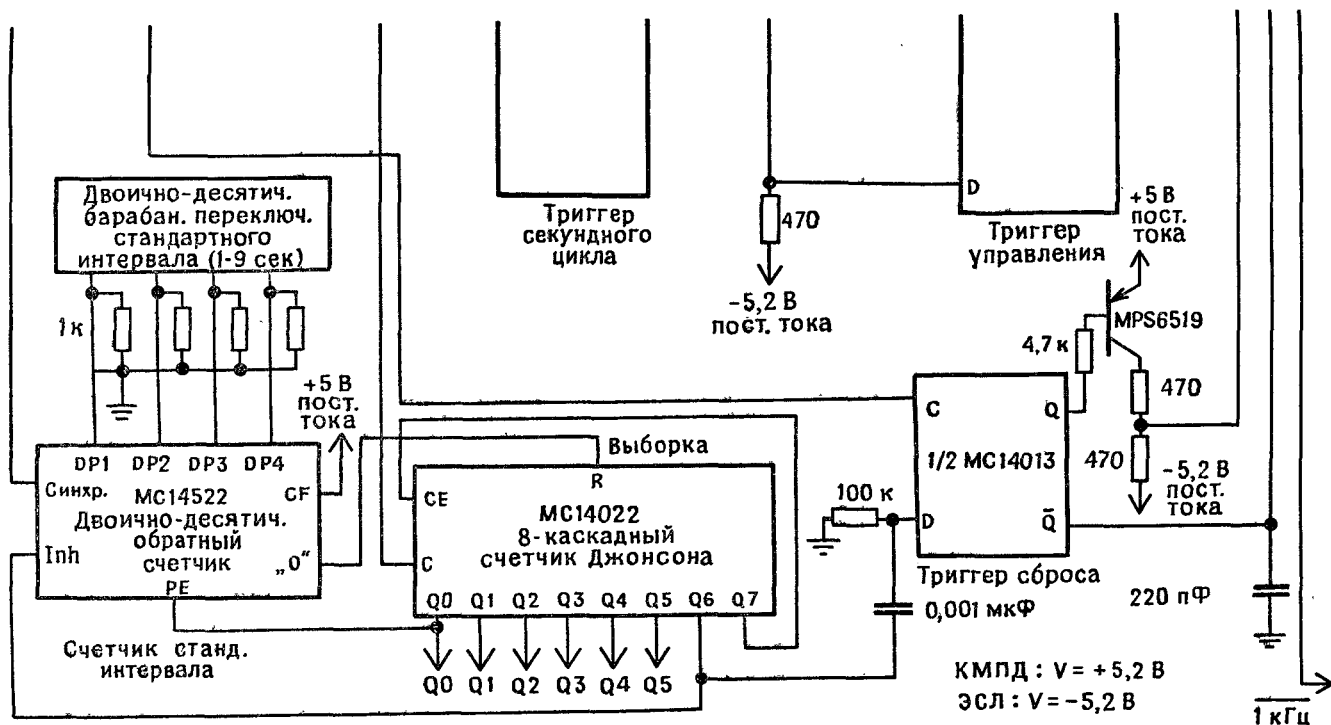
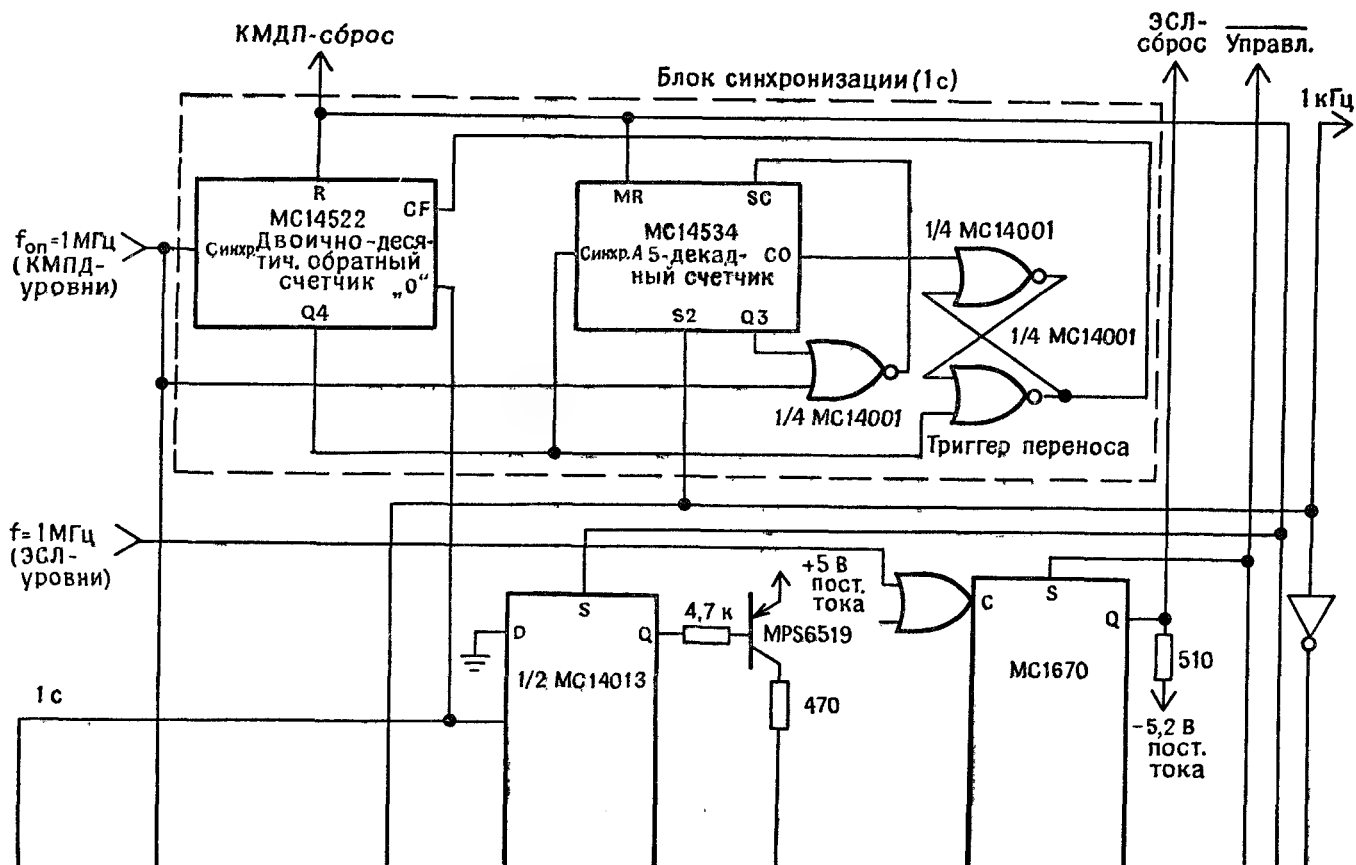
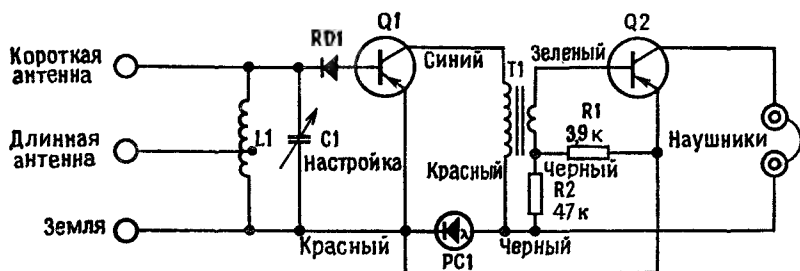


Схема счетчика на 1,2 ГГц (таймер и схема управления).

Возможны замены: MC14522 → K561IE11 с дополнительными связями для организации пересчета на 10; MC14013 → K561TM2; MC14534 → 5-декадный счетчик с мультиплексируемыми выходами; MC14001 → K561ЛЕ5; MPS6519 → КТ3107А; MC1670 → K570TM2.

Глава 21

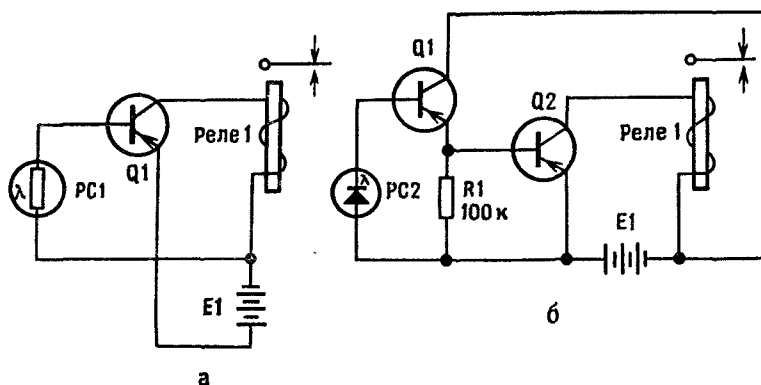
Фото-и оптоэлектронные схемы



Двухкаскадный приемник с солнечной батареей.

Q1, Q2 – *p-n-p*-транзистор WEP254; PC1 – селеновый или кремниевый вентильный фотоэлемент; T1 – согласующий трансформатор (10 кОм/2 кОм); L1 – ферритовая антенна; C1 – 365 нФ (переменный); R1 = 3,9 кОм; R2 = 47 кОм; RD1 – германиевый диод WEP134.

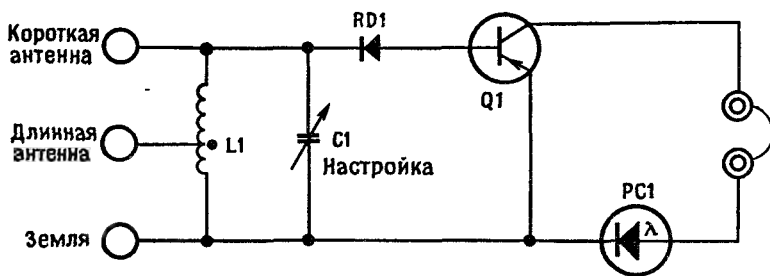
Можно использовать любые маломощные транзисторы и диоды.



Чувствительные фотореле.

Q1, Q2 – *p-n-p*-транзистор общего применения WEP254; PC1 – фотоэлемент из сульфида кадмия; PC2 – кремниевый или селеновый фотоэлемент; E1 – батарея 9 В; R1 = 100 кОм; реле 1 – миниатюрное реле с сопротивлением обмотки 5 кОм.

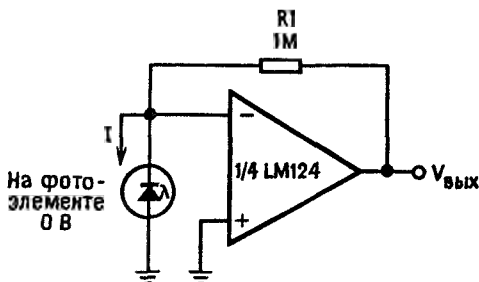
Можно использовать любой маломощный транзистор.



Однокаскадный приемник с солнечной батареей.

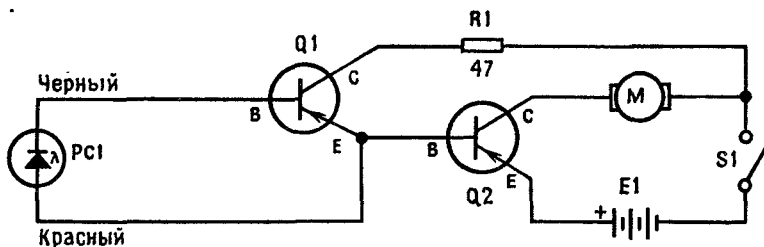
Q1 – *p-n-p*-транзистор WEP254; C1 = 365 пФ (переменный); L1 – ферритовая антенна; RD1 – германиевый диод WEP134; PC1 – селеновый или кремниевый вентильный фотоэлемент; наушники имеют сопротивление 2 – 4 кОм.

Можно использовать любые маломощные диоды и транзисторы.



Усилитель для фотоэлемента.

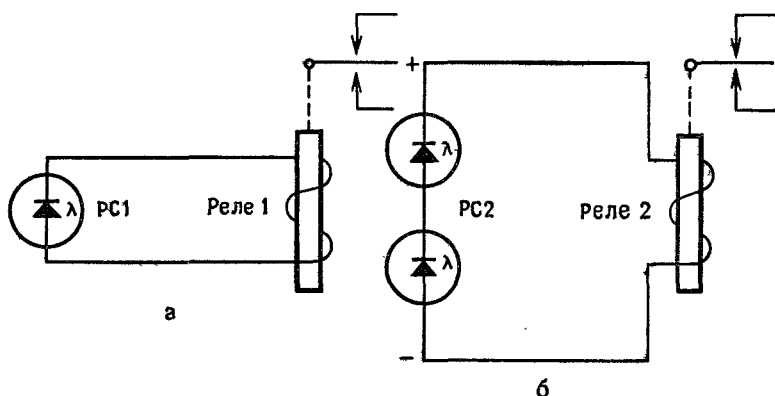
Можно использовать ОУ типа К1401УД2.



Световое управление моделью.

Q1 – *p-n-p*-транзистор WEP254; Q2 – *p-n-p*-транзистор WEP230; M – микроэлектродвигатель WEP8550; R1 = 47 Ом (0,5 Вт); E1 = 1,5 В; PC1 – кремниевый фотоэлемент WEP8500.

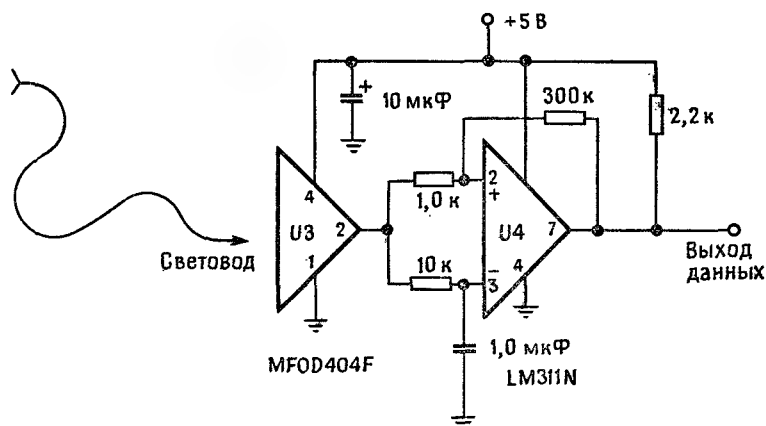
Возможны замены: WEP254 → МП42Б; WEP230 → ГТ402А.



Фотореле.

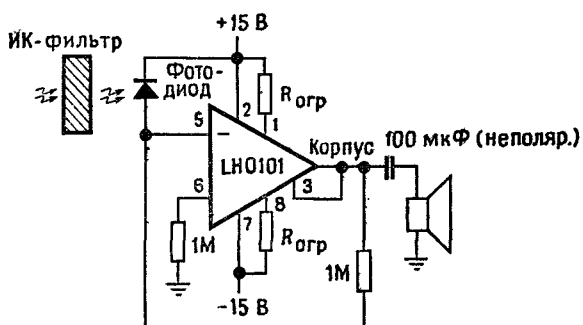
PC1 — фотозлемент WEP8525; реле 1 — высокочувствительное реле AYL Z 7303- 100 (Barber Coleman); PC2 — шесть кремниевых фотозлементов WEP8500; реле 2 — реле для радиоуправляемых авиамоделей (50 Ом).

Можно использовать чувствительные поляризованные реле с малым током срабатывания.



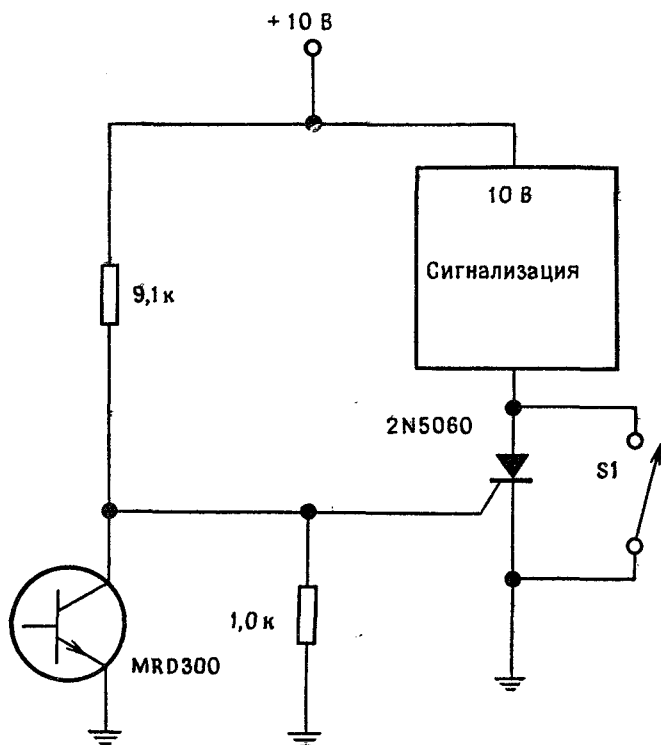
Простой приемник сигналов ВОЛС с фотоприемником и компаратором напряжения.

Можно использовать компаратор К554СА3А. ИМС MFOD404 — интегральная схема фотоприемника с предусилителем.



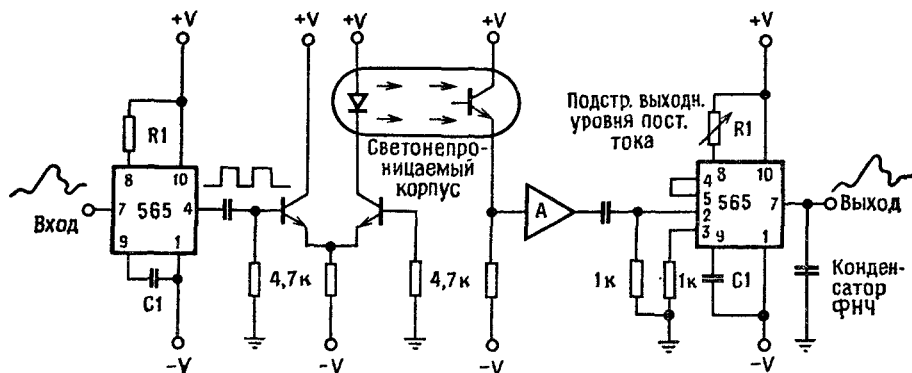
Громкоговоритель с инфракрасной связью.

Можно использовать ОУ типа К157УД1 с типовыми цепями коррекции и фотодиод ФД-7К.

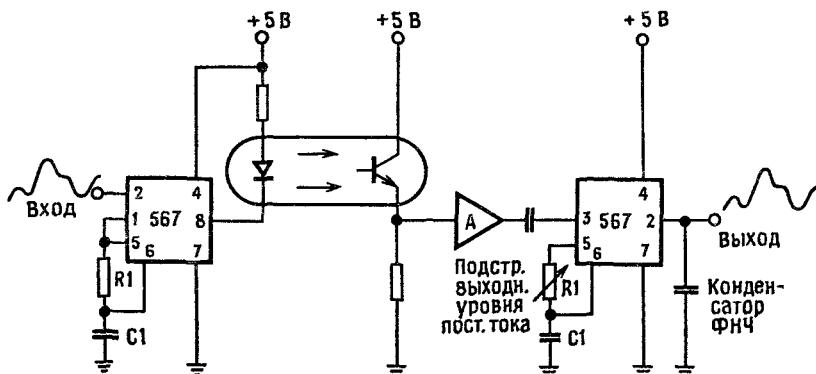


Тиристорный сигнализатор, управляемый светом.

Можно использовать фототранзистор типа ФТГ-1 и тиристор типа КУ103Б.

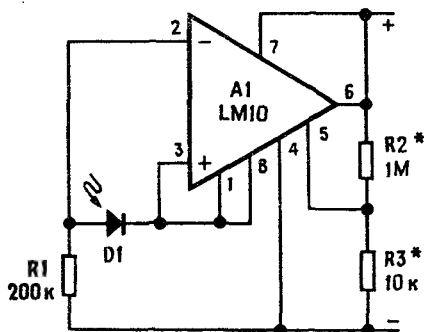


а



б

Схемы гальванической развязки аналогового сигнала с оптической связью. Используются ИМС 565 (а) и ИМС 567 (б) ФАПЧ фирмы Signetics.



Датчик освещенности.

R2* и R3* определяют величину гистерезиса.

Использован уникальный ОУ с весьма малым напряжением питания (1,5 В!) и встроенным источником опорного напряжения.

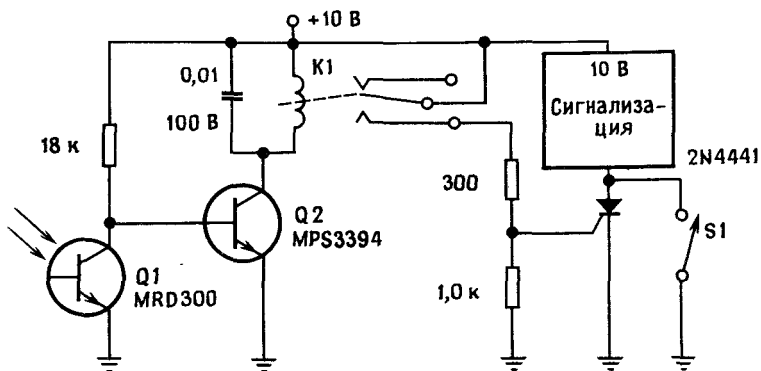
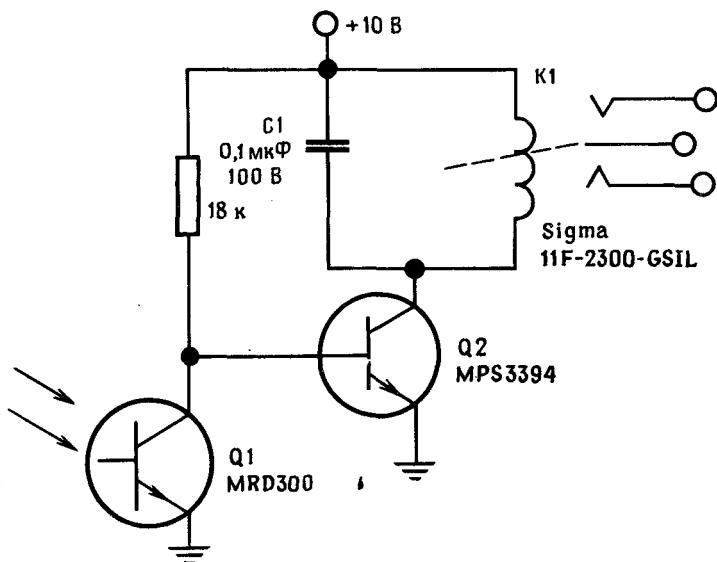


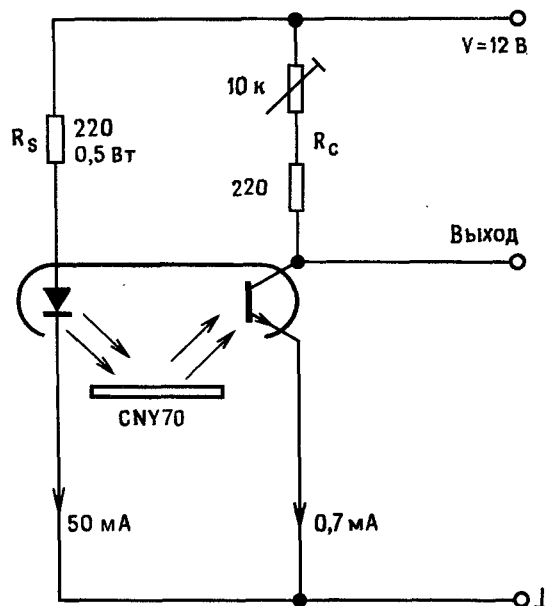
Схема сигнализации с тиристором, управляемым фотореле.

Можно использовать фототранзистор ФТГ-1, транзистор КТ315Г и тиристор типа КУ103Б.

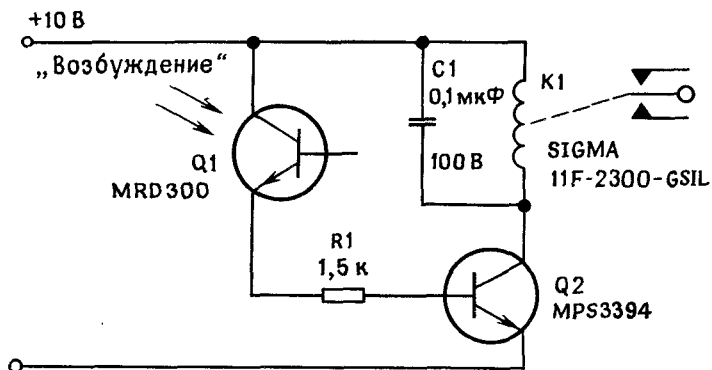


Фотореле-выключатель.

Можно использовать любые маломощные транзисторы и фототранзисторы ФТГ-1 (или аналогичный)

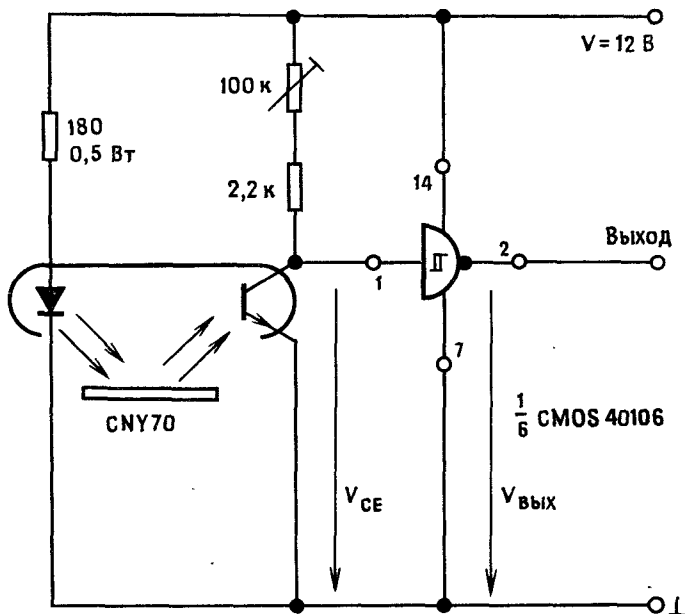


Простая аналоговая схема с открытыми отражающими оптронами.
Можно использовать оптопару типа АОД111А.



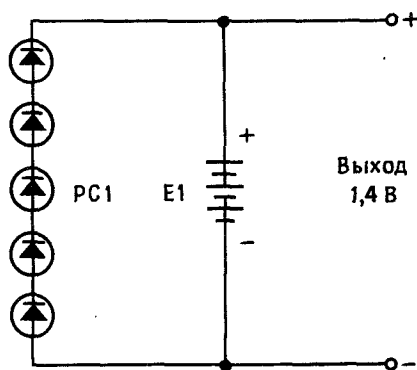
Фотореле.

Можно использовать фототранзистор типа ФТГ-1 и транзистор типа КТ342Б.



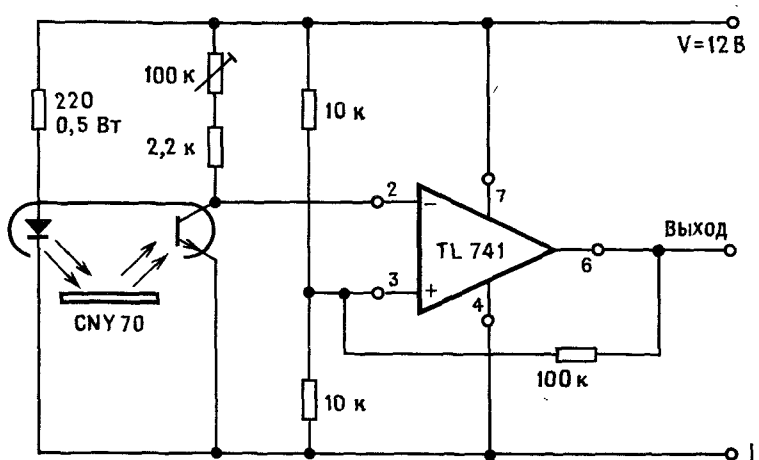
Применение отражающего оптрона в цифровых схемах.

Можно использовать оптопару типа АОД111А и ИМС типа К561ТЛ2.



Солнечная батарея.

Можно использовать любые вакуумные фотоэлементы. $E1 = 1,5 \text{ В}$ (щелочной аккумулятор); PC1 — селеновые или кремниевые фотоэлементы, соединенные последовательно.



Улучшенная цифровая схема с использованием отражающего оптрона.

Можно использовать оптопары типа АОД111А и ОУ типа К140УД7.

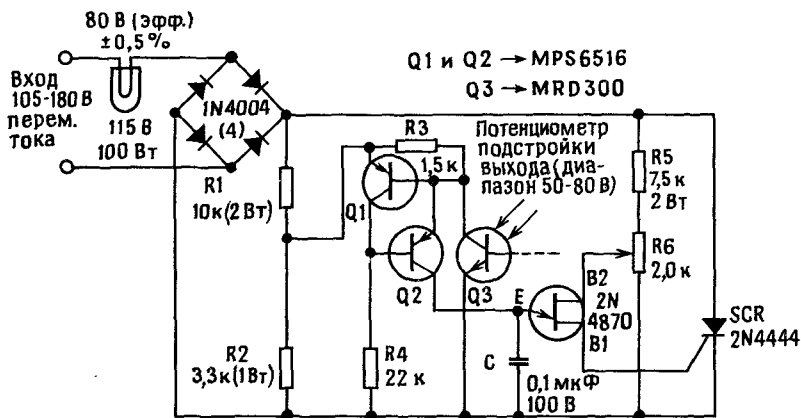
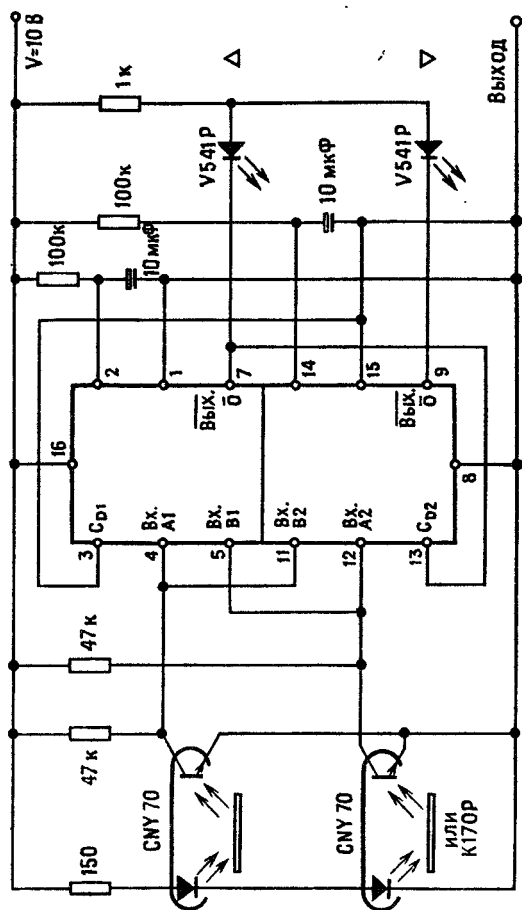
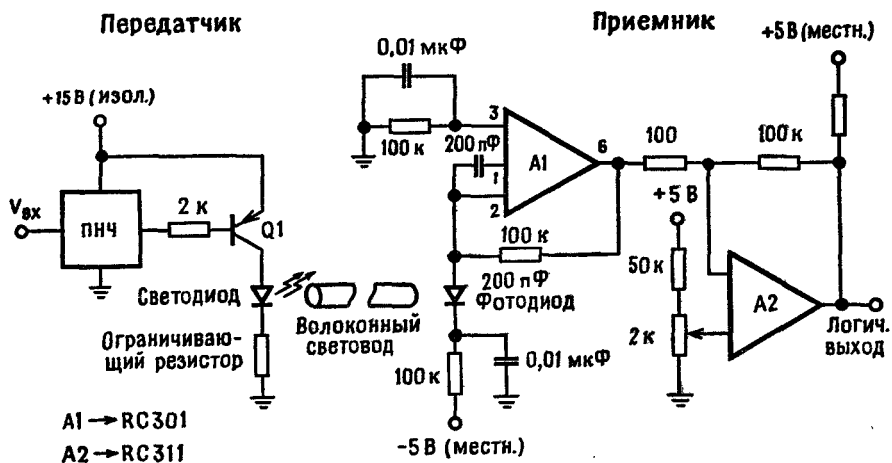


Схема регулятора напряжения для проекционной лампы. Q1 и Q2 — транзисторы MPS 6516; Q3 — MRD300.

Возможны замены: 1N4004 → КД208Г; 2N4444 → КУ202Л; 2N4807 → КТ117. Транзисторы Q1—Q3 — любые маломощные кремниевые. В транзисторе Q3 необходимо обеспечить доступ света к эмиттерному переходу.

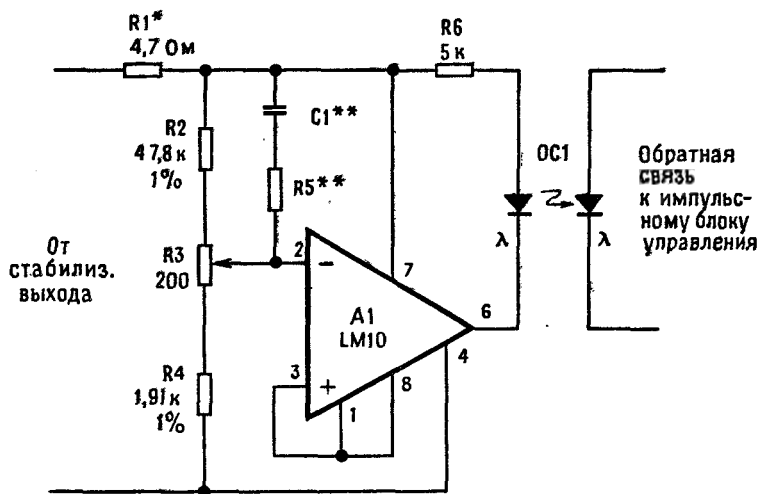


Датчик детектора перемещения на отражающем оптроне.
Возможны замены: CNY70 → AOD111A; светодиоды типа АП102ЕМ.



Волоконно-оптическая линия связи.

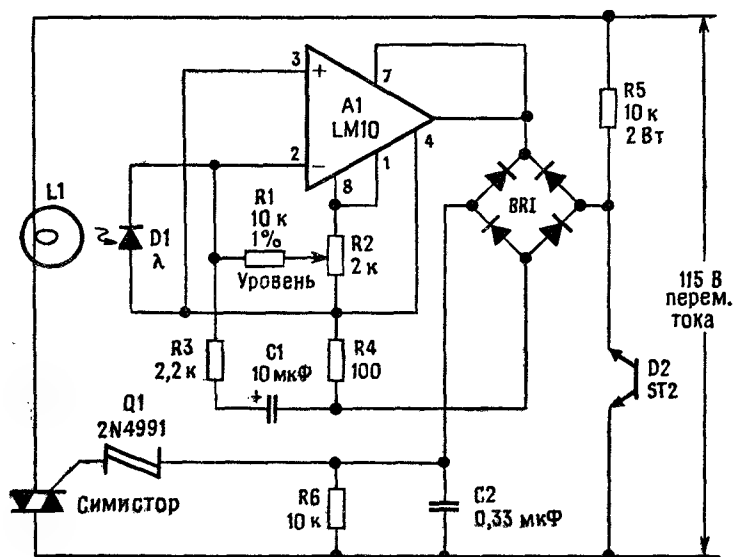
Можно использовать ОУ типа К553УД2 и компараторы К554СА3А.



Изолированный датчик напряжения.

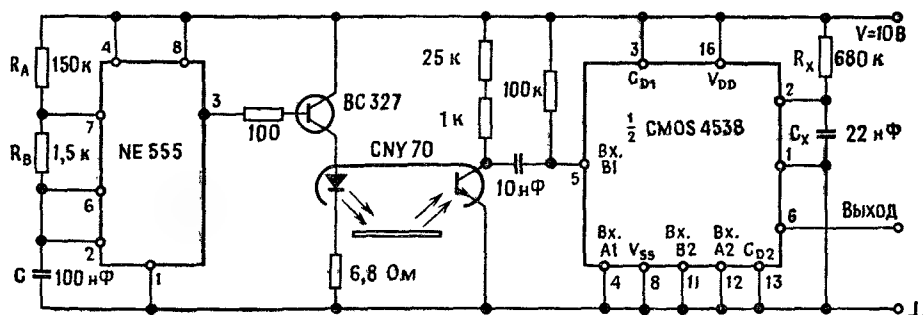
* Регулировка "усиления в петле".

** Необязательная частотная коррекция.



Стабилизатор освещенности.

Можно использовать динисторы типа КН102А и тиристоры типа КУ208Г

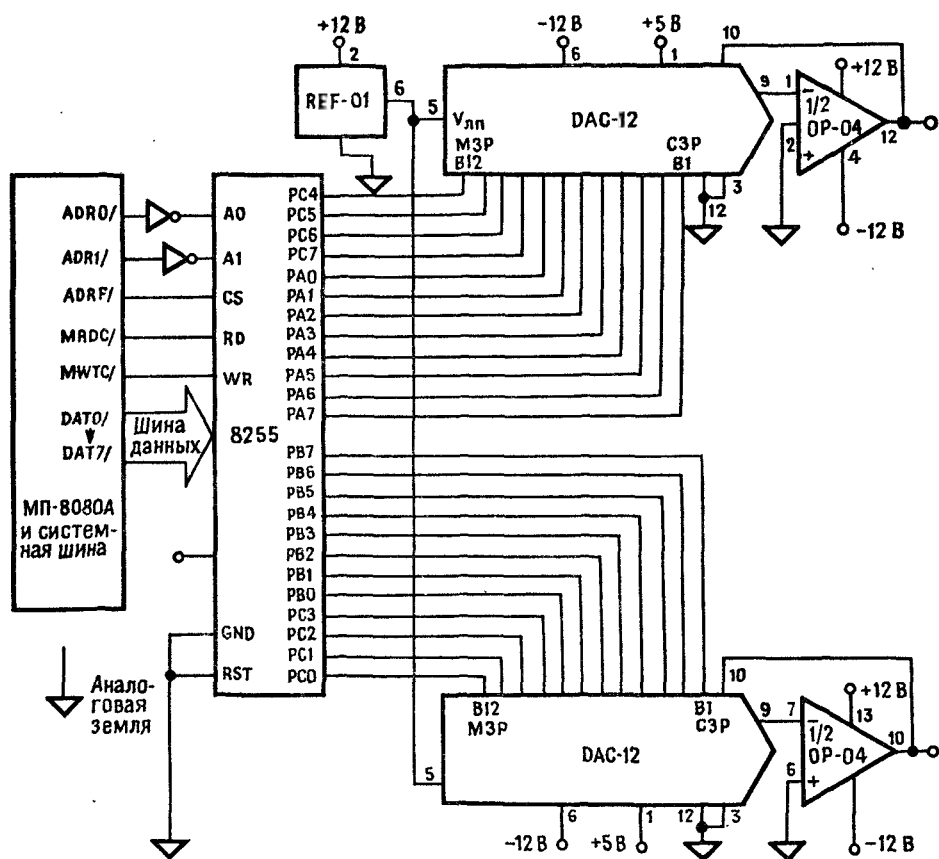


Детектор малых перемещений на отражающем оптроне.

Возможны замены: NE555 → КР1006ВИ1; BC327 → КТ361Б; CNY70 → АОД111А; 4538 → одновибратор.

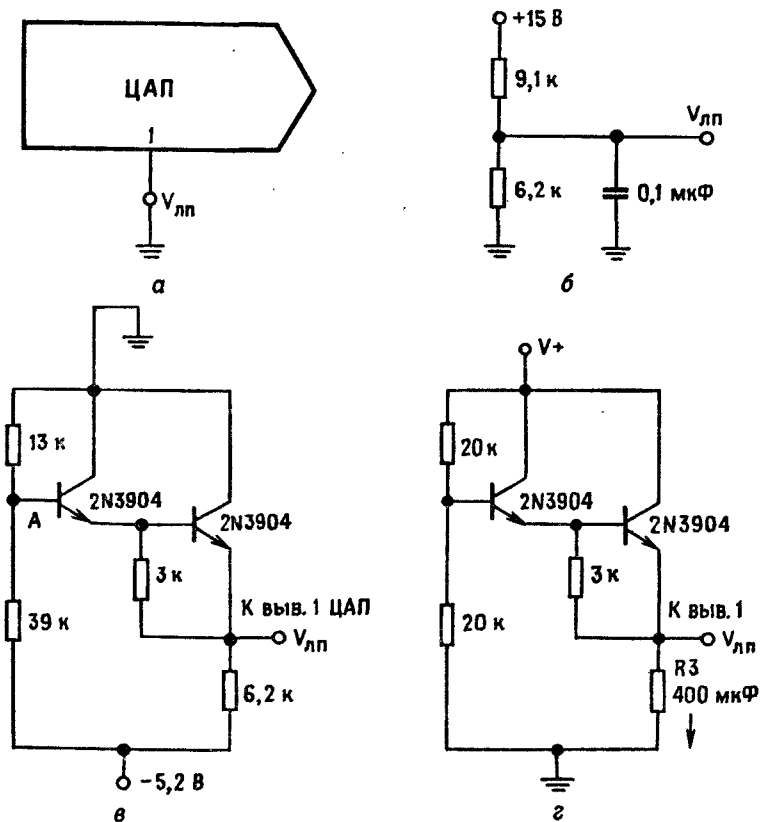
Глава 22

Интерфейсные схемы и схемы для вычислительной техники



12-разрядный ЦАП с 8-разрядным интерфейсом.

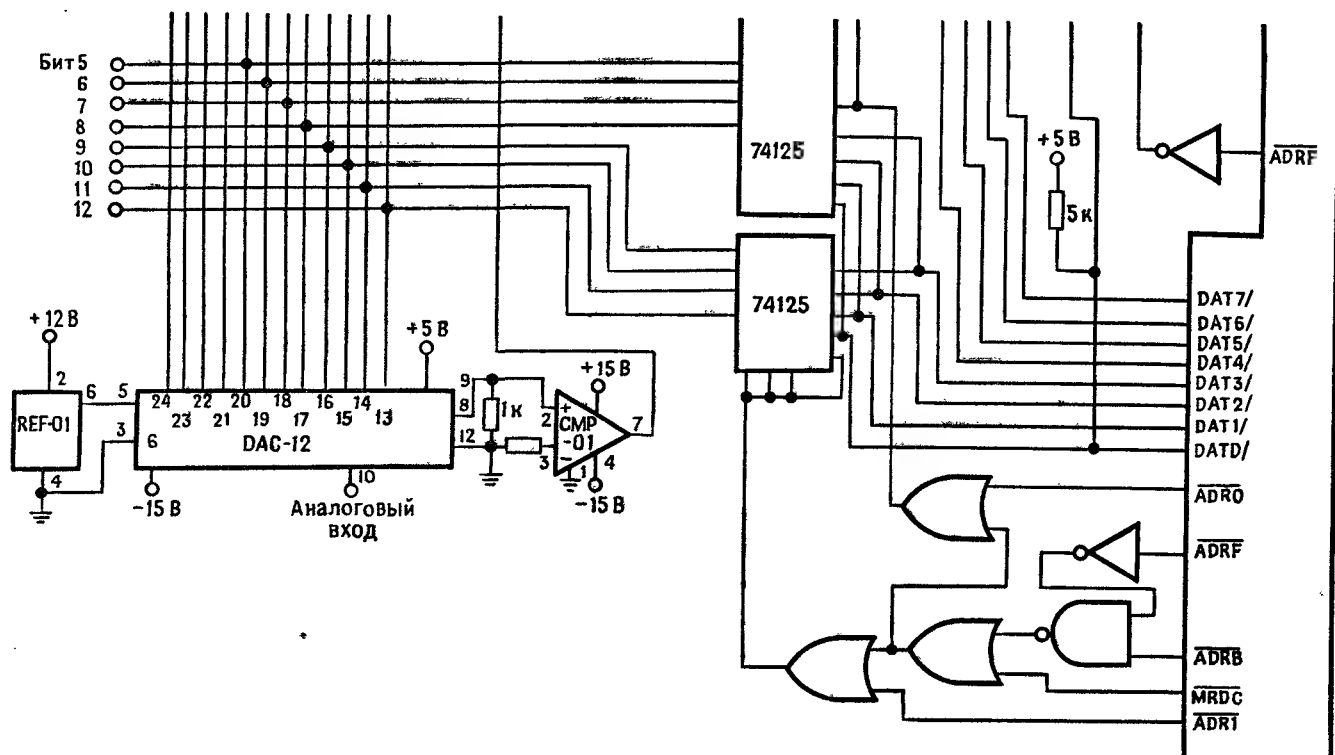
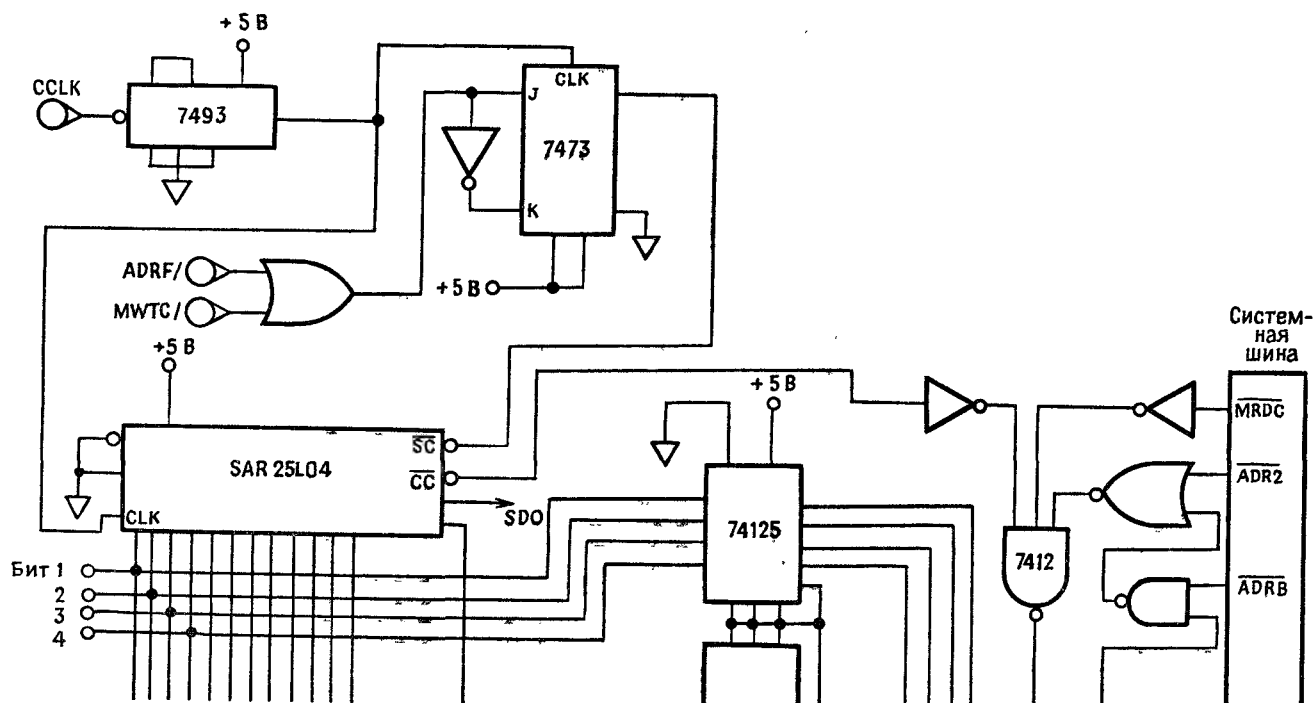
Возможны замены: 8080А → КР580ИК80А; 8255 → КР580ВВ55; OP-04 → К140УД20; DAC-12 → К572ПА2А.



Схемы сопряжения между ЦАП ИМС различных технологий.

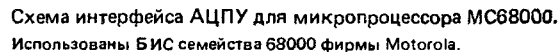
а – для ТТЛ и ДТЛ ИМС ($V_{пор} = +1,4\text{ В}$); *б* – для КМДП, ВПЛ, МОП при $V = 15\text{ В}$ ($V_{пор} = V_{лп} + 1,4\text{ В} = 7,6\text{ В}$). *в* и *г* – температурно-компенсированные схемы формирования логического порога ЦАП.

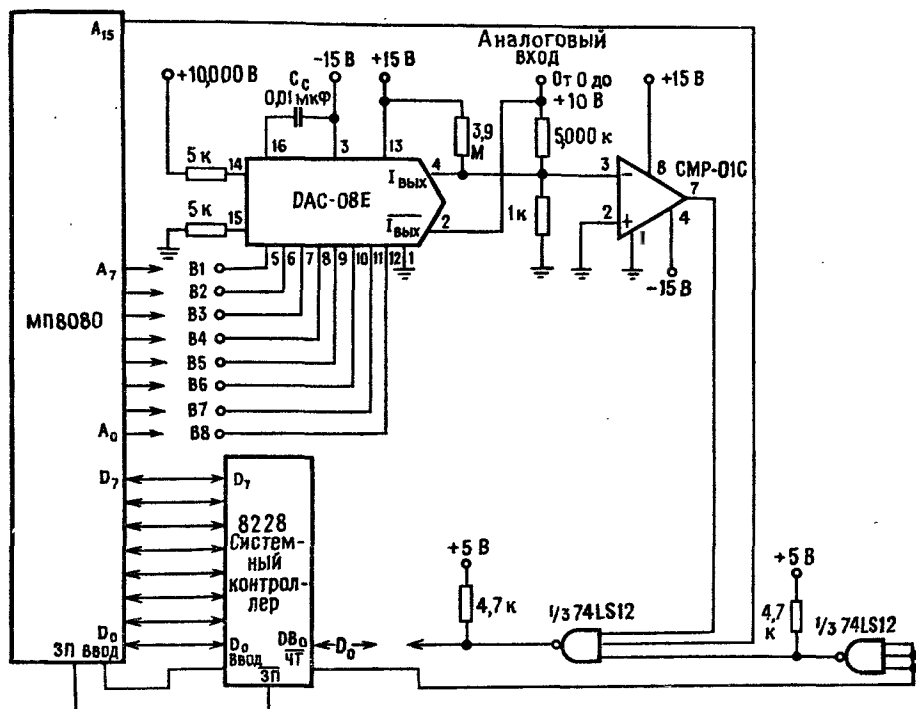
Можно использовать транзисторы типа КТ315В.



Полная схема интерфейса 12-разрядного АЦП последовательного приближения.

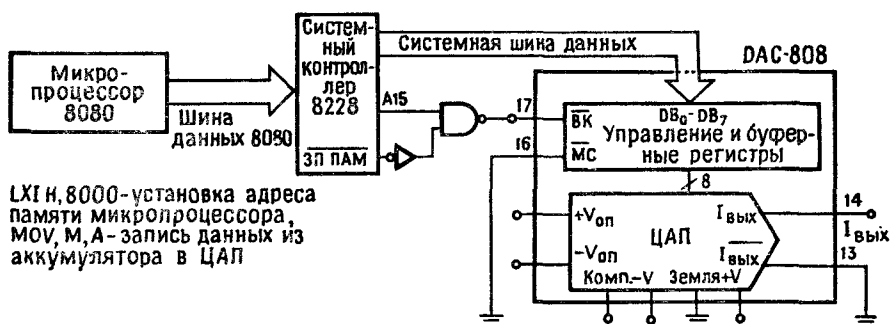
Возможны замены: 7493 → К155ИЕ5; 7473 → К155ТВ1; 25L04 → К155ИР17; 7412 → К155ЛА10; 74125 → К155ЛП8; DAC-12 → К572ПА2А; CMP-01 → К521СА4; REF01 — источник опорного напряжения 10 В.





Полная схема связи ЦАП с микропроцессором 8080А.

Возможны замены: 8080А → КР580ИК80А; 8228 → КР580ВК28; 74LS12 → К155ЛА10; CMP-01C → К521СА4; DAC-08E → К594ЛА1.



Интерфейс микропроцессора 8080 (8-разрядная передача данных).

Возможны замены: 8080 → КР580ИК80А; 8228 → КР580ВК28; DAC808 → К572ПА2А (в типовом включении).

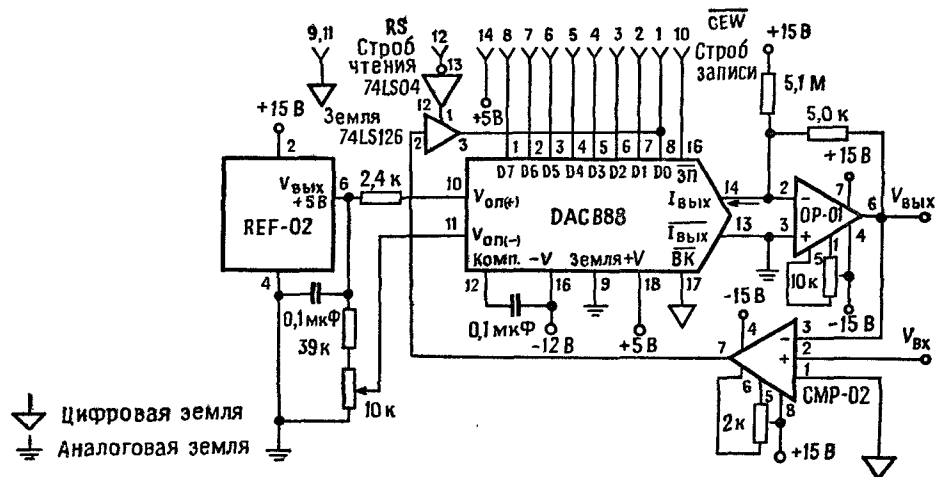
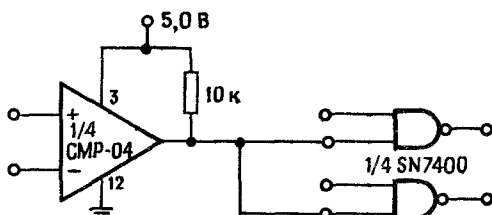
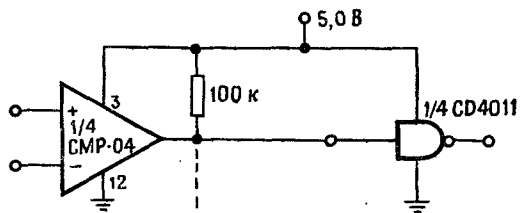
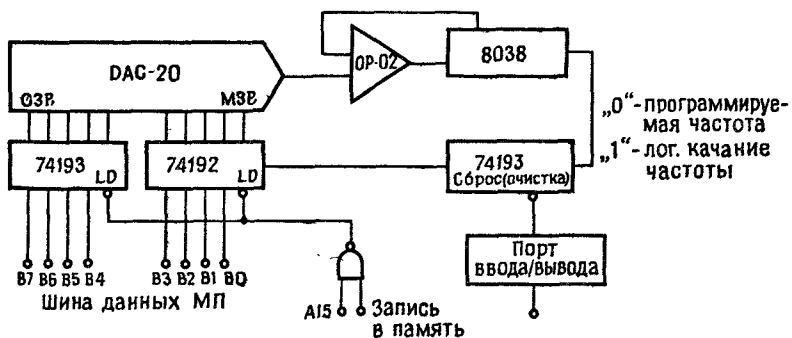


Схема АЦП с "программным" РПП (с микропроцессором 6502).

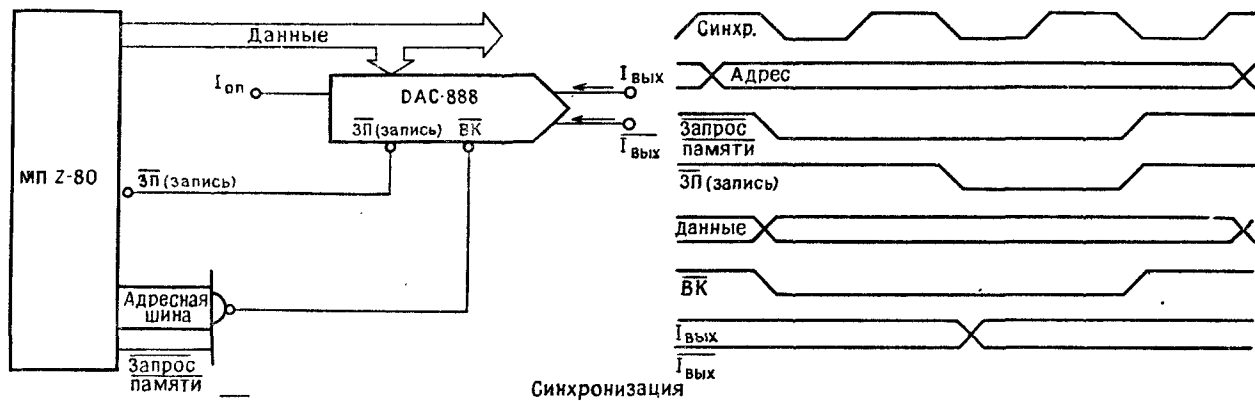


Стандартные сопряжения.

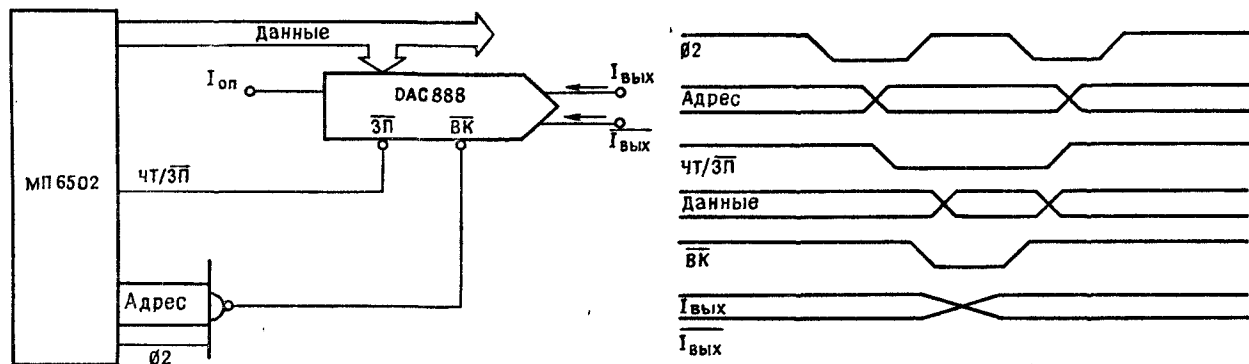
Возможны замены: CMP-04 → K1121CA1; CD4011 → K561ЛА7; 7400 → K155ЛАЗ.



Микропроцессорный интерфейс функционального генератора с программным выбором формы колебания.

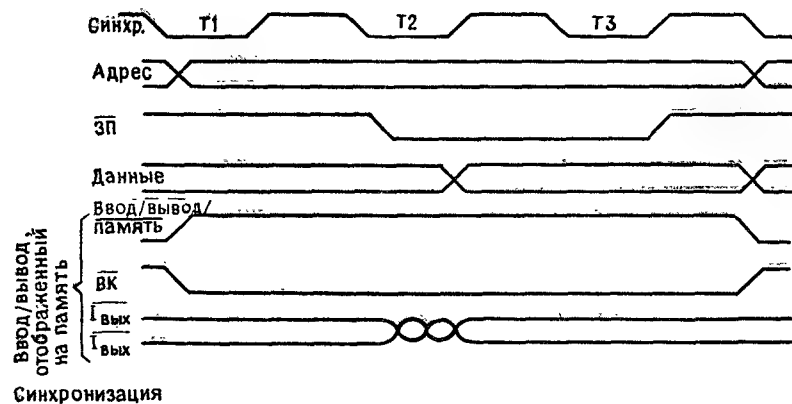
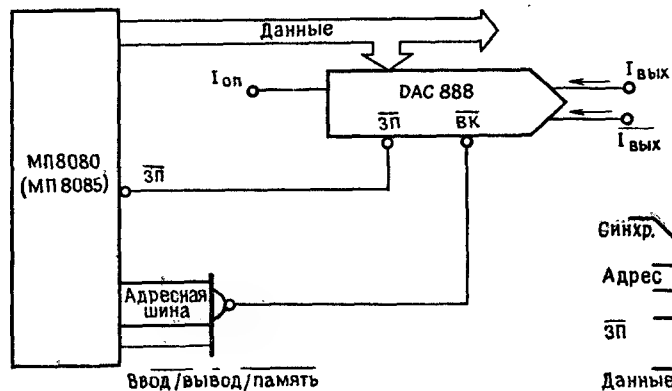


Интерфейс микропроцессора Z-80.



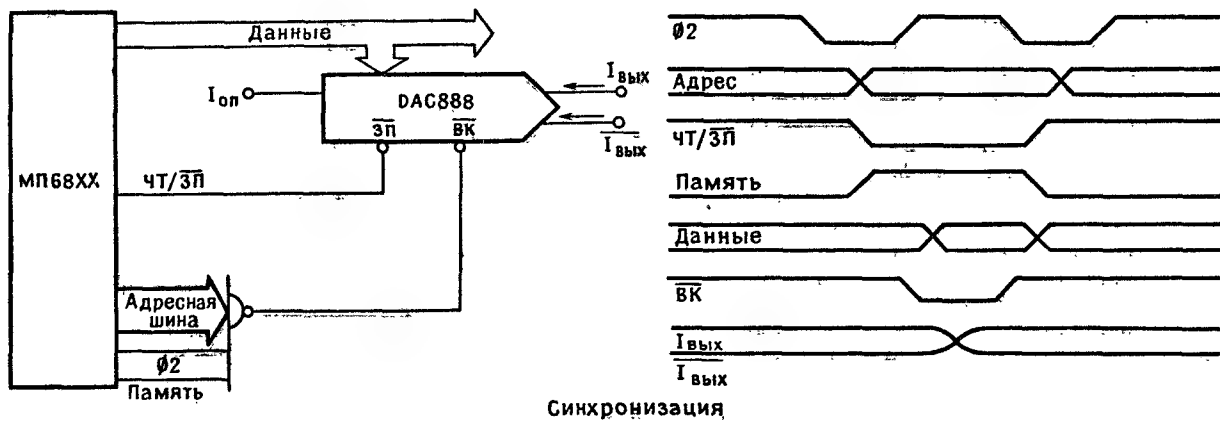
Синхронизация

Интерфейс микропроцессора 6502.



Интерфейс микропроцессора 8080 и 8085.

Можно использовать микропроцессор типа КР580ИК80А.



Интерфейс микропроцессоров 6800, 6801 и 6809.

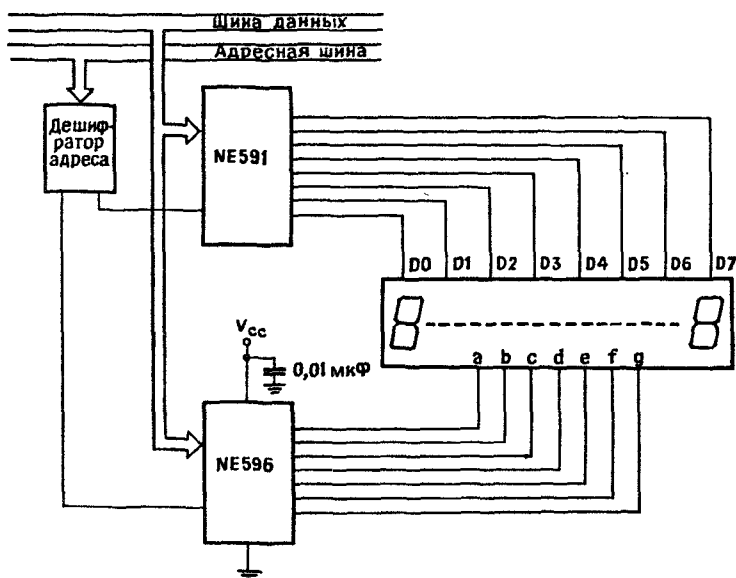


Схема подключения 8-разрядного светодиодного индикатора к шине микропроцессора. Используются ИМС периферийных драйверов фирмы Signetics.

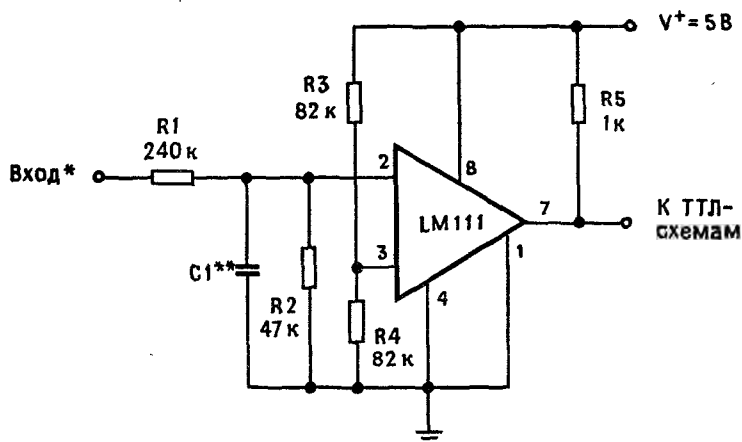
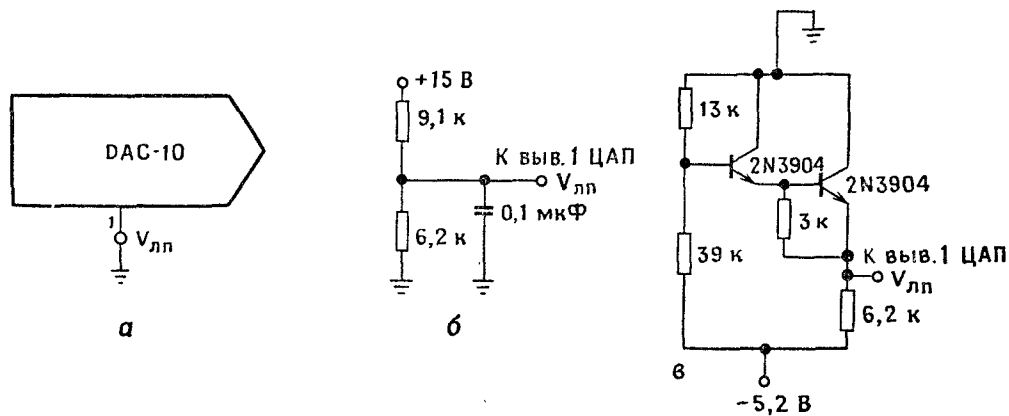


Схема сопряжения ТТЛ — ВПЛ.

* Номиналы элементов приведены для перепада логических уровней 0 — 30 В и значения порога 15 В.

** Элемент можно использовать для управления быстродействием схемы и уменьшения чувствительности к импульсным шумам.

Можно использовать компаратор типа К554СА3А.



Схемы сопряжения между ЦАП ИМС различных технологий.

a – для ТТЛ и ДТЛ ИМС ($V_{пор} = +1,4\text{ В}$); *б* – для КМДП, ВПЛ, МОП при $V = 15\text{ В}$ ($V_{пор} = V_{лп} + 1,4\text{ В} = 7,6\text{ В}$); *в* – температурно-компенсированная схема формирования напряжения логического порога ЦАП.

Можно использовать транзисторы типа КТ315 В.

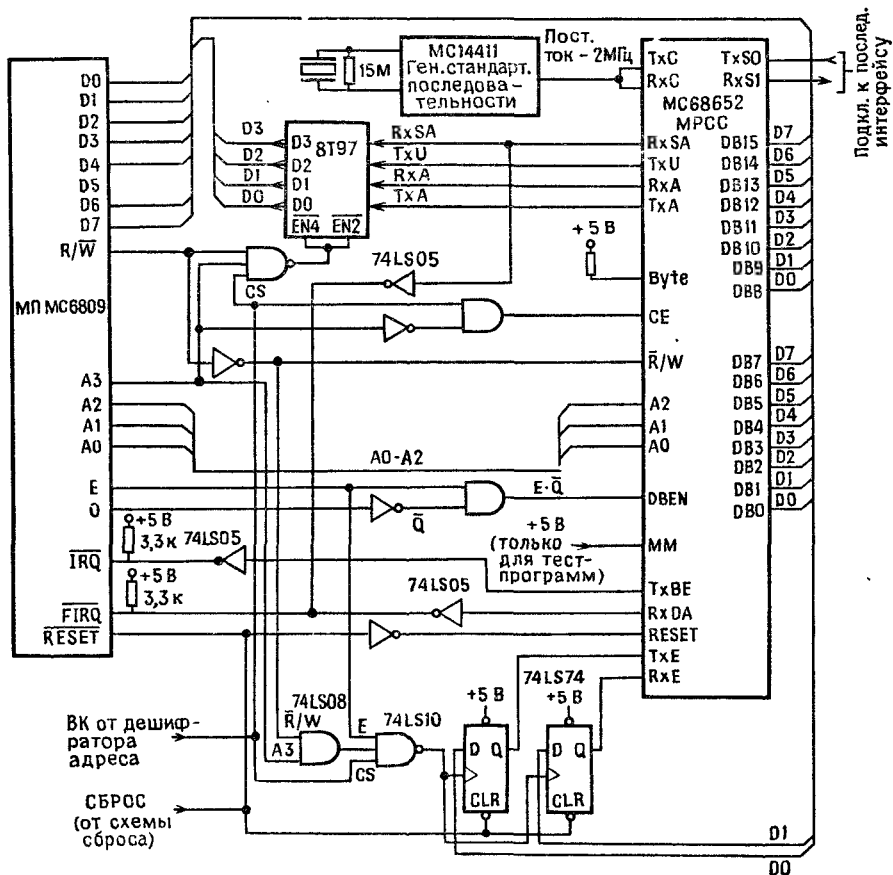


Схема подключения универсального адаптера к микропроцессору 6809.
Использованы БИС фирмы Motorola

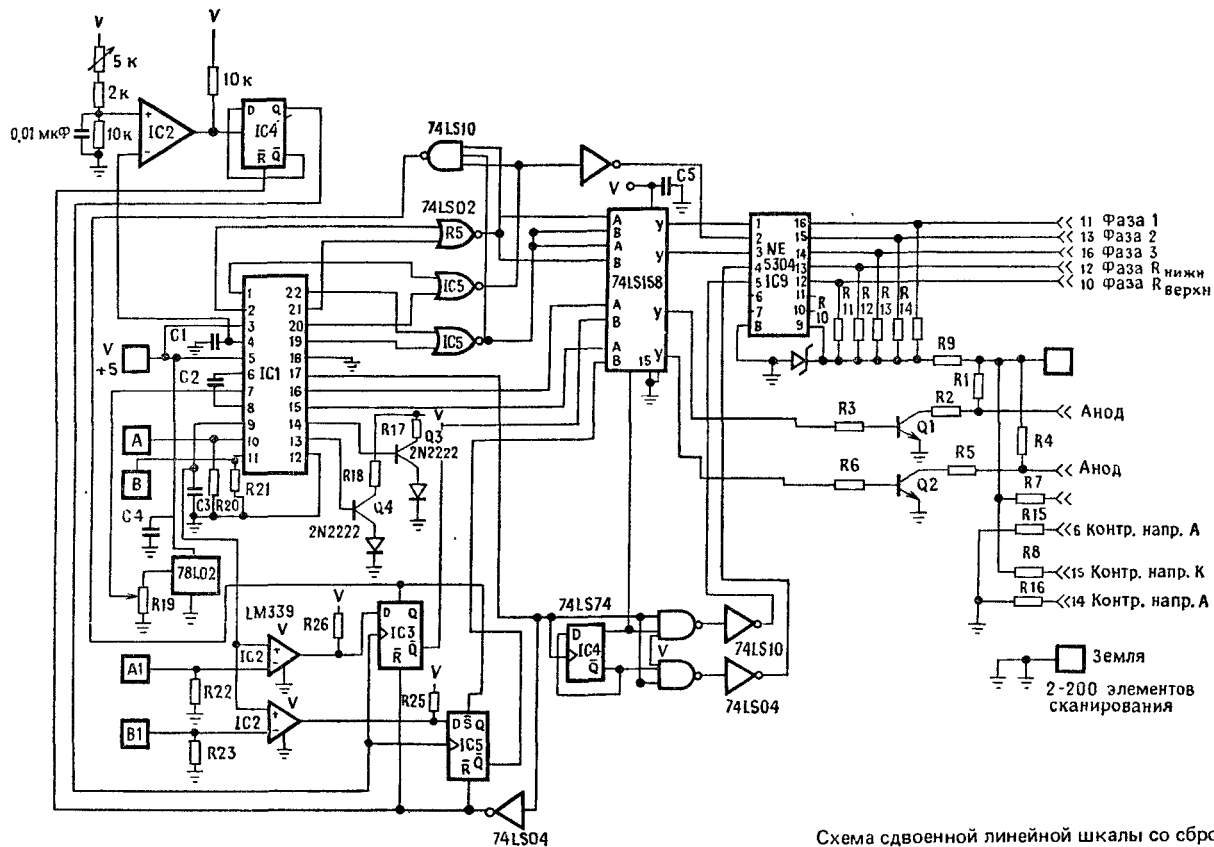
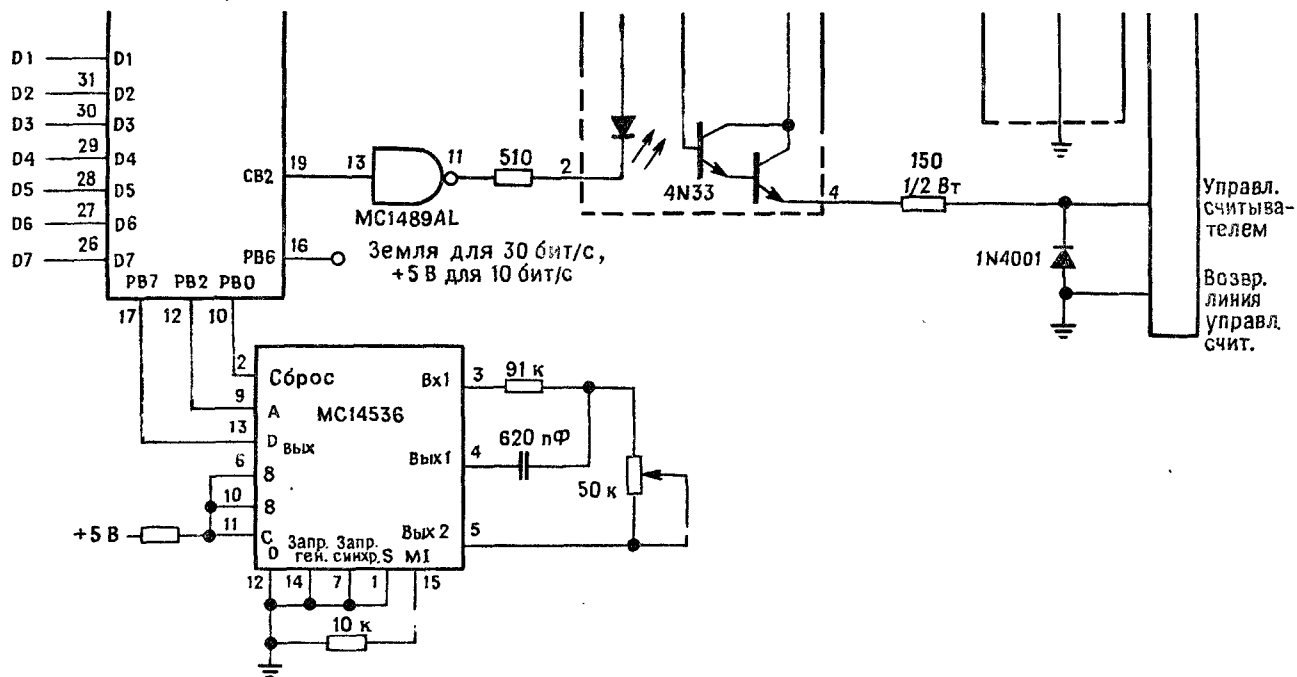
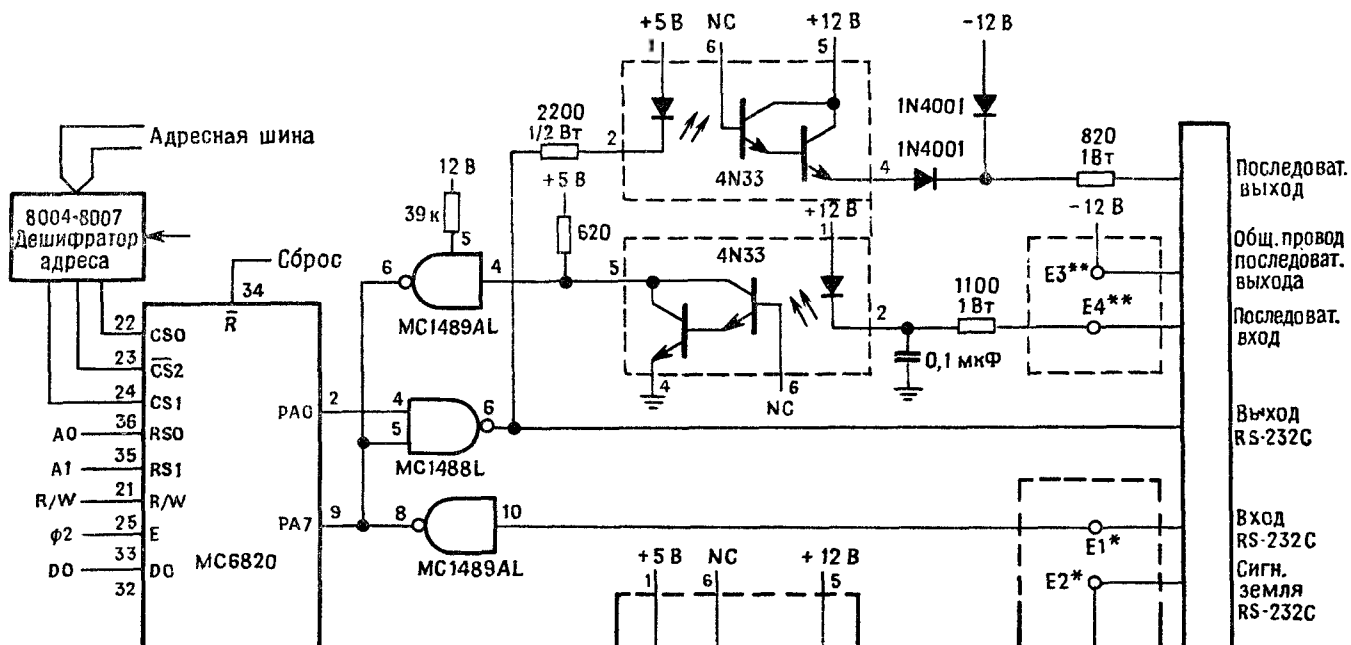
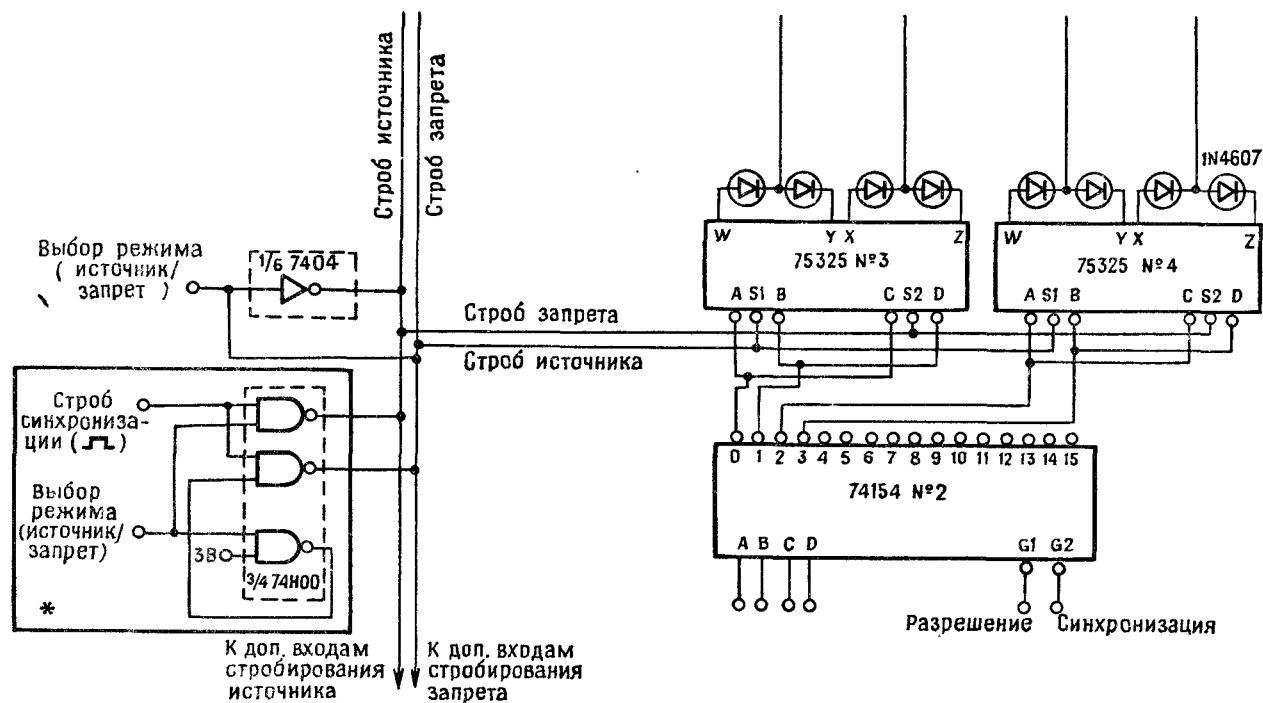
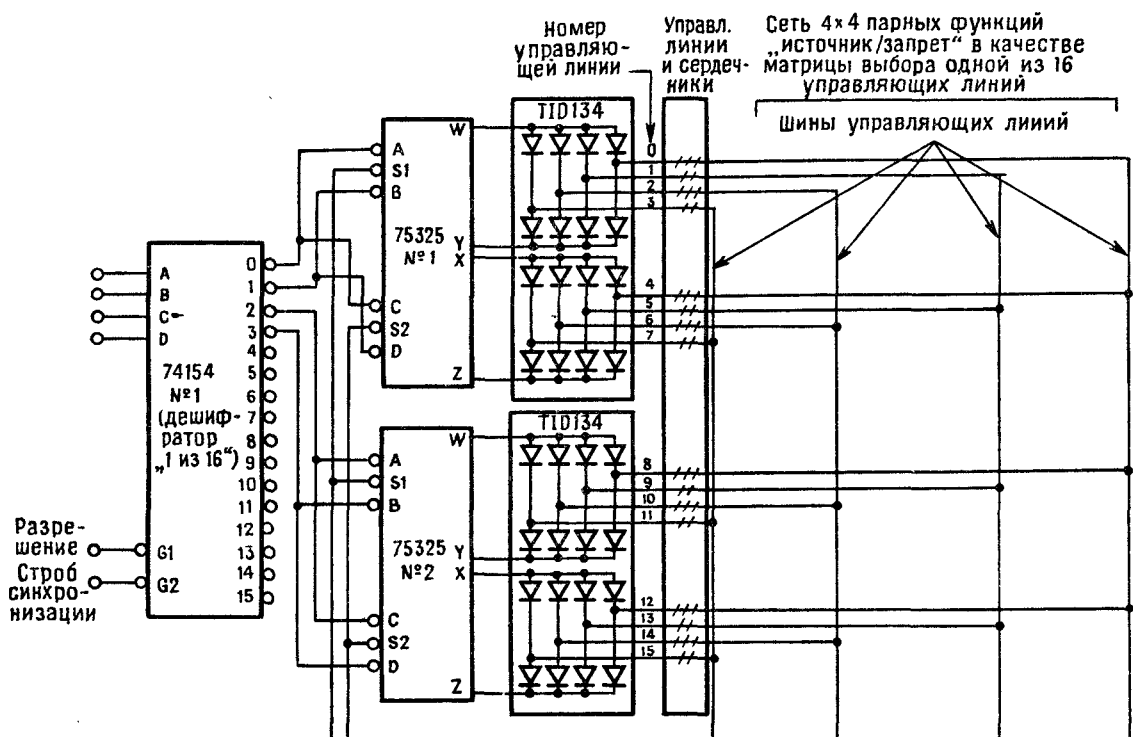


Схема сдвоенной линейной шкалы со сбросом.



Интерфейс телетайпа.

Использован параллельный адаптер MC6820 фирмы Motorola



ИМС 75325 в качестве драйвера памяти, выбирающего одну из 16 управляющих шин.

* Эта необязательная схема выбора режима и синхронизации может использоваться вместо схемы выбора режима (7404) и схемы синхронизации (74154) если требуются минимальные времена.

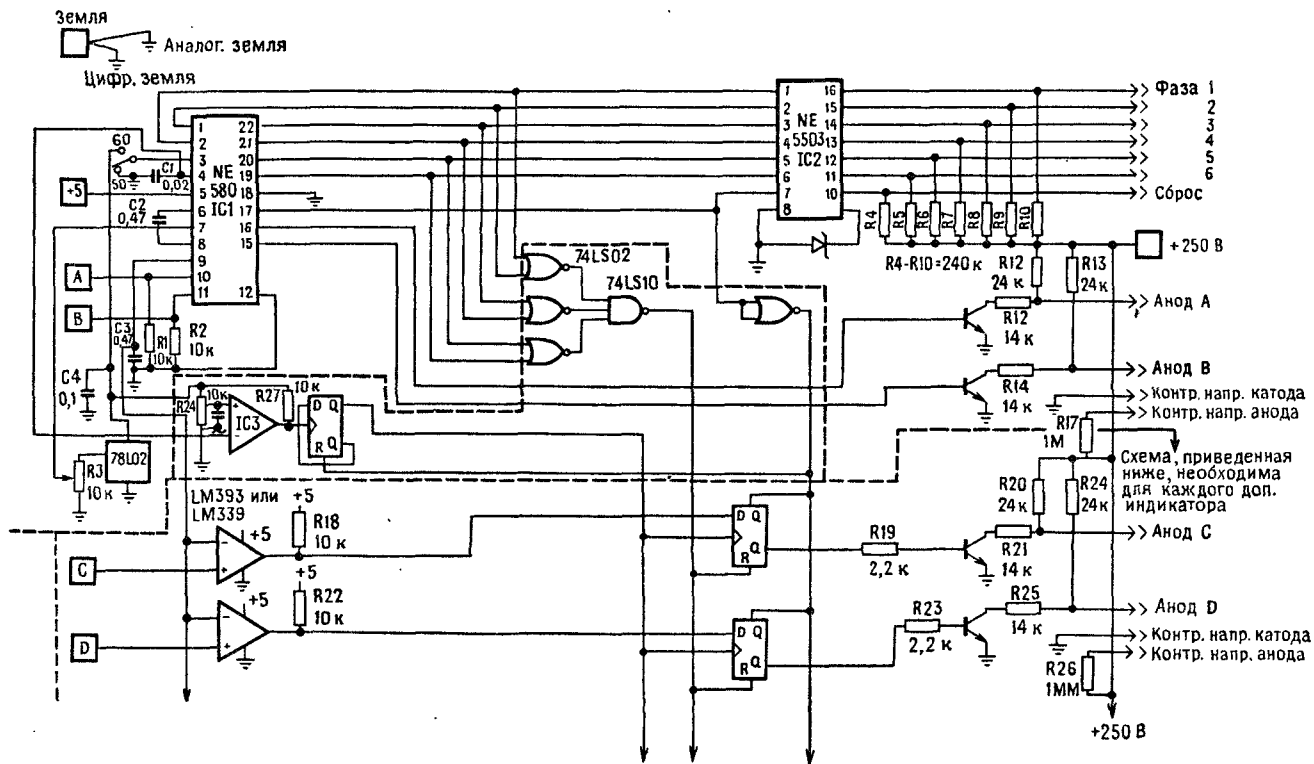
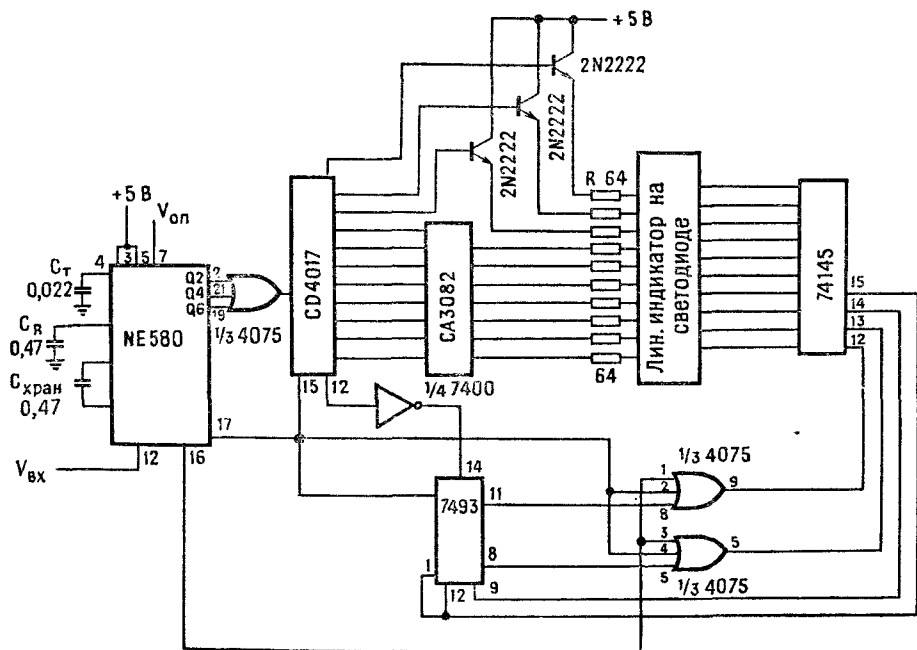
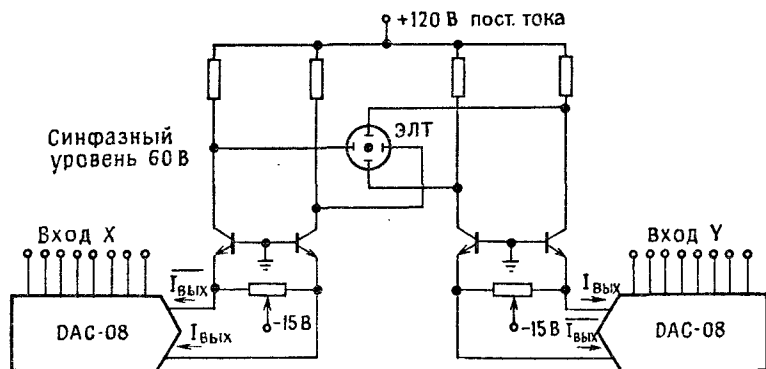


Схема привода мультиплексированных индикаторов с общим катодом.



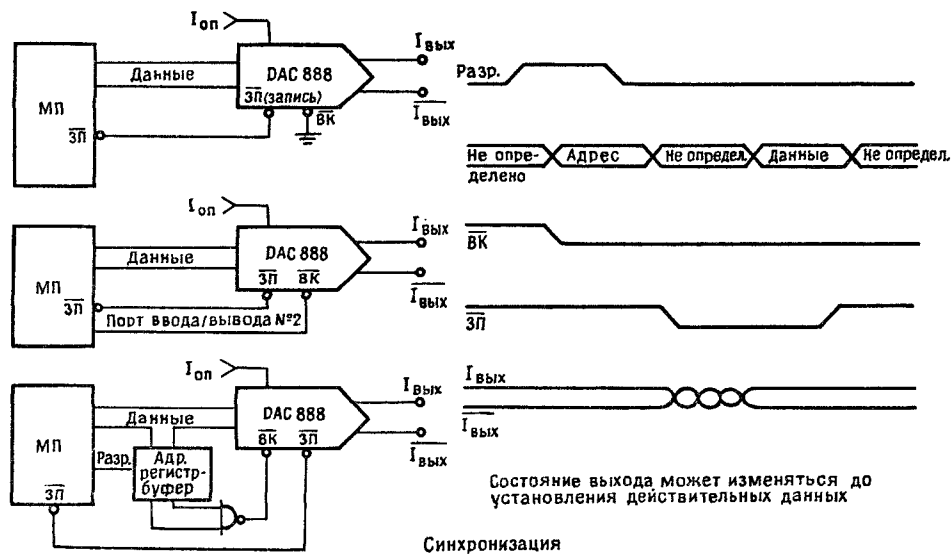
Измерительная схема с линейной шкалой на светодиодах.

Возможны замены: CD4017 → К561ИЕ8; 2N2222 → КТ315Б; 7400 → К155ЛА3; 7493 → К155ИЕ5; 74145 → К555ИД10; 4075 → 3х3 ИЛИ (можно использовать ИМС К561ЛА8 с дополнительными инверторами); NE580 → ИМС ГУН.



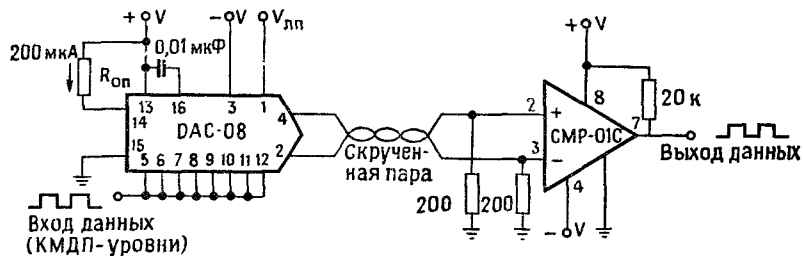
Привод дисплея на ЭЛТ.

Можно использовать ЦАП К572ПА1 (в типовом включении) и транзисторы типа КТ604А



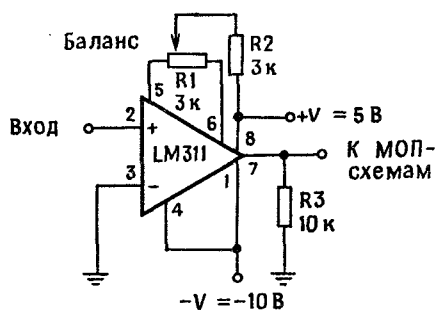
Интерфейс микроконтроллера 8048.

Можно использовать микроконтроллер типа К1816ВЕ48.



Дифференциальный приемопередатчик сигналов КМДП-логики.

Можно использовать ЦАП типа К572ПА1 и компаратор типа К521СА4.

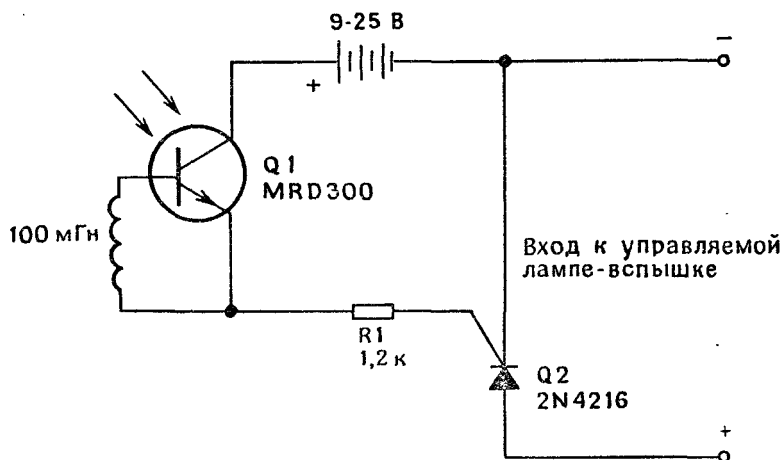


Детектор пересечения нуля для управления МОП-логикой.

Можно использовать компаратор типа К554СА3А.

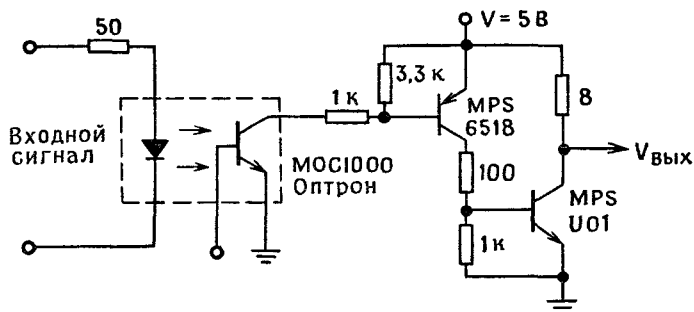
Глава23

Отдельные схемы



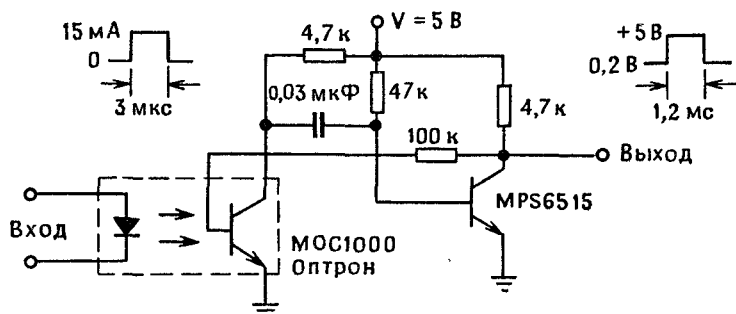
Адаптер управляемой лампы-вспышки.

Возможны замены MRD300 → ФТГ1; 2N4216 → КУ103Б



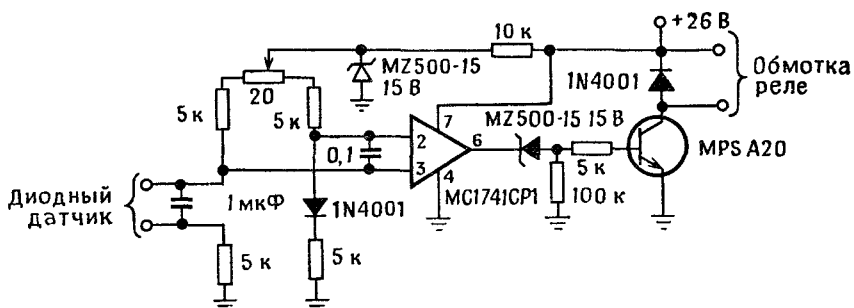
Импульсный усилитель.

Можно использовать оптрон типа АОТ122 и любые маломощные кремниевые транзисторы.



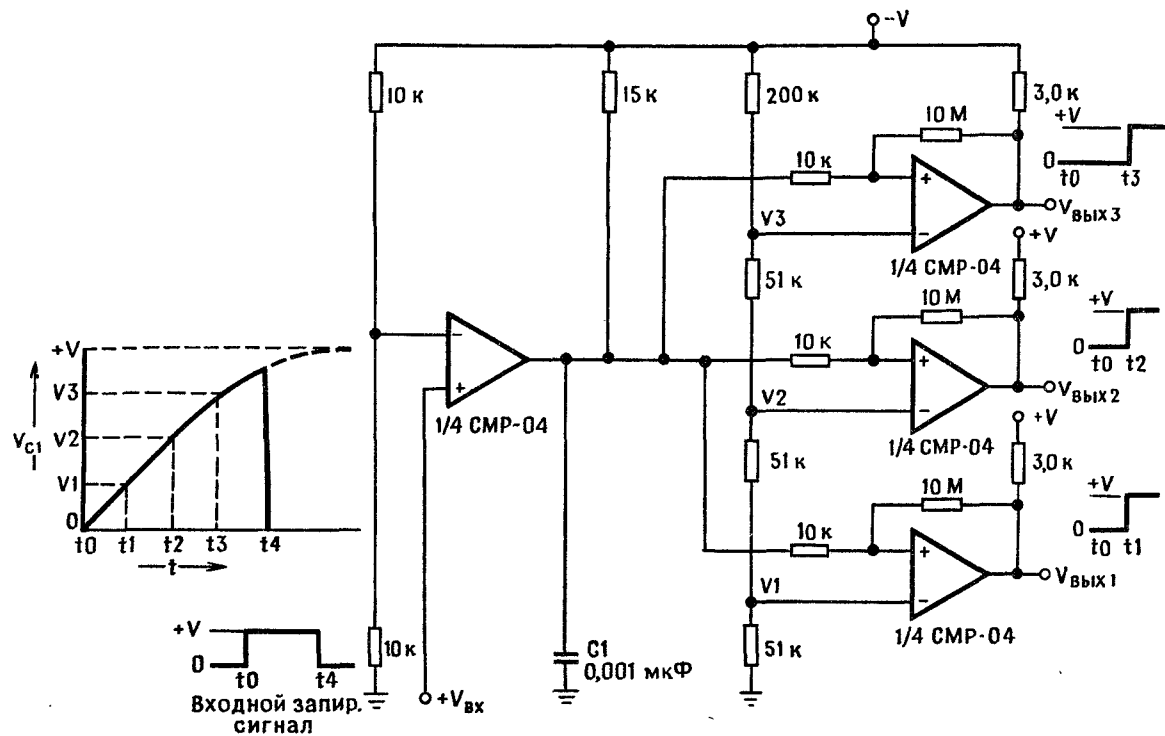
Расширитель импульсов.

Можно использовать оптрон типа АОТ122 и любые маломощные кремниевые транзисторы.



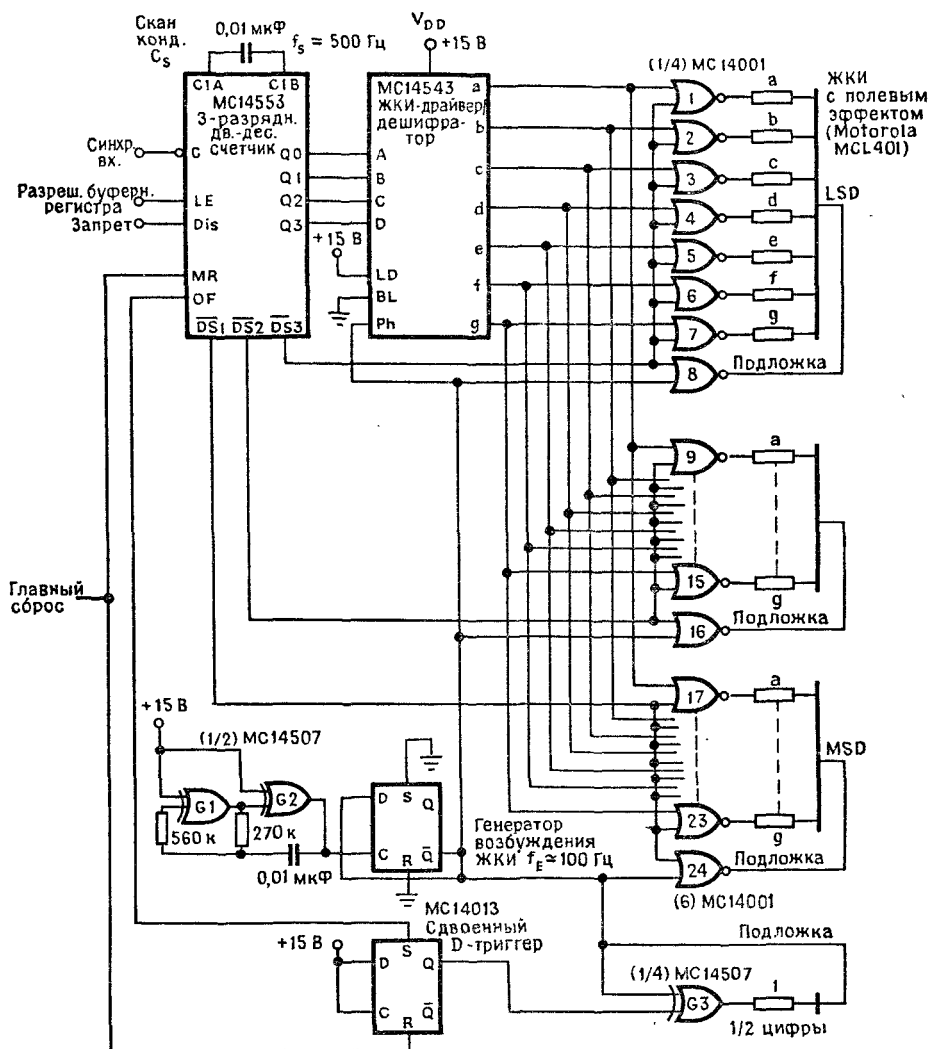
Температурный датчик

Возможны замены: 1N4001 → КД208; MZ500-15 → КС15; MC1741CP1 → К140УД7; MPSA20 → КТ603Б



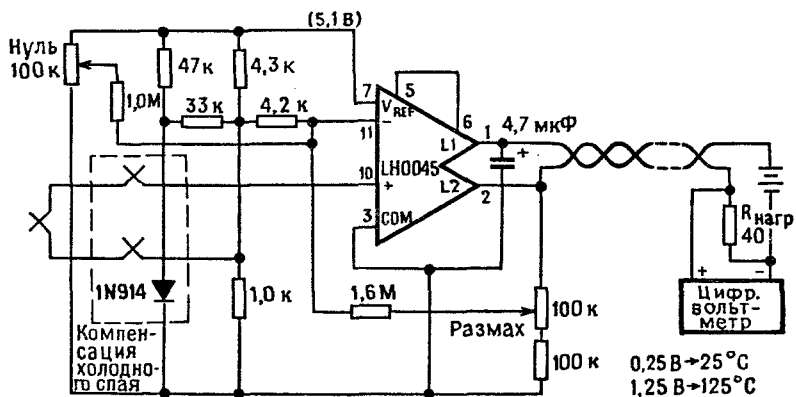
Генератор временных задержек.

Можно использовать компараторы типа К1121СА1.

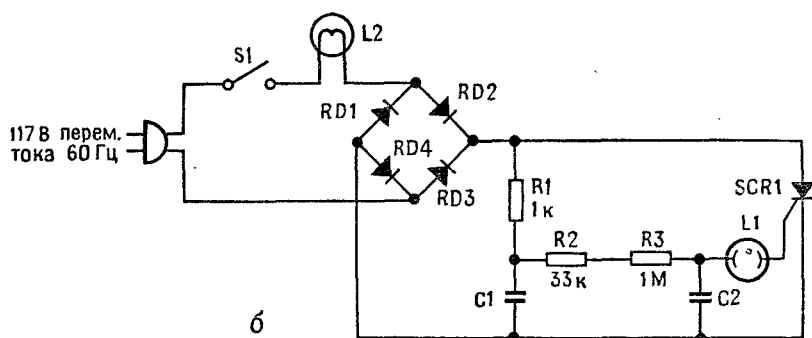
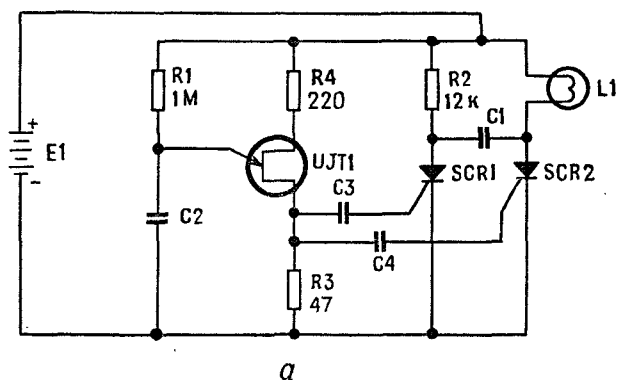


3 $1/2$ -разрядный мультиплексируемый ЖК-индикатор.

Использованы ИМС десятичных счетчиков и схем сопряжения с ЖКИ фирмы Motorola



Дистанционный чувствительный цифровой термометр.



Тиристорные схемы "мигалок"

Можно использовать любые силовые диоды и тиристоры, однопереходный транзистор КТ117 и неоновую лампу ТН-0,2

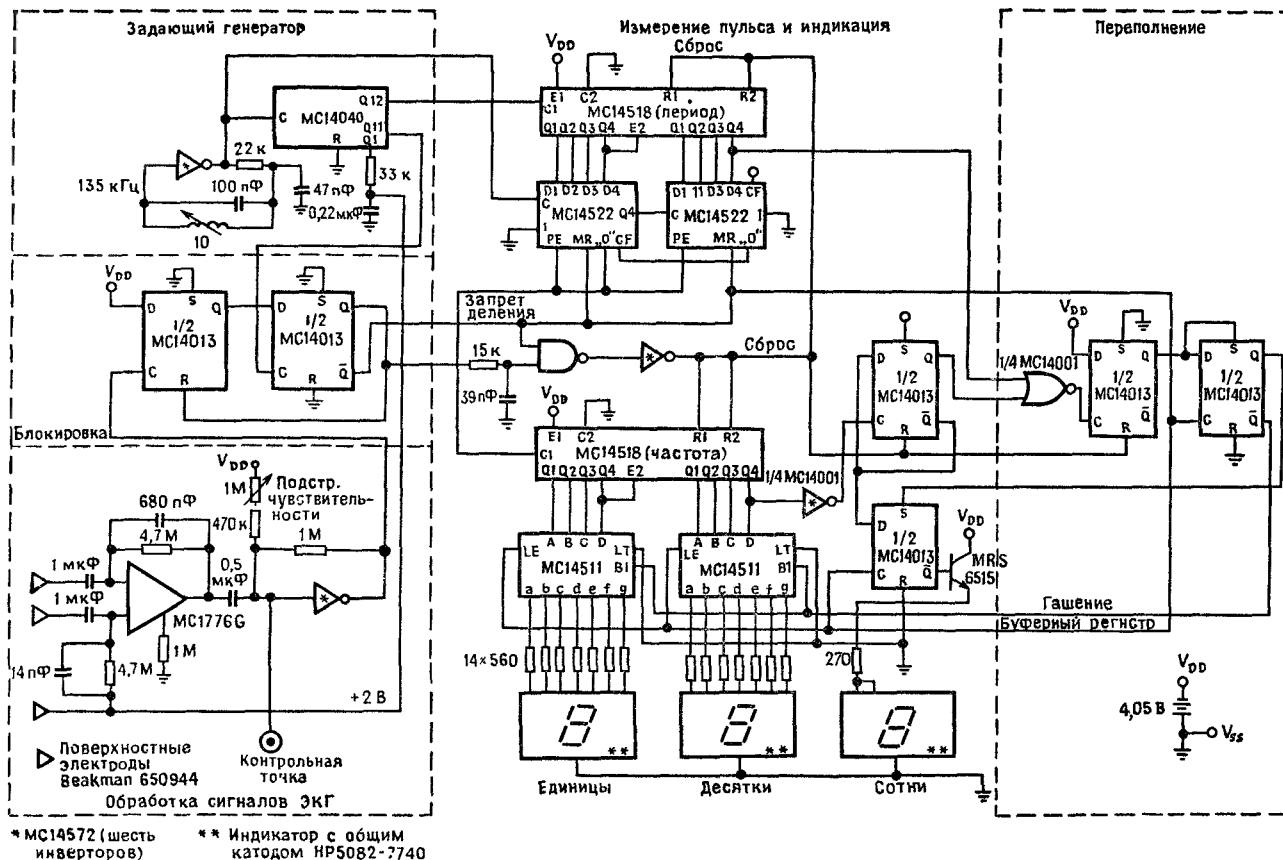
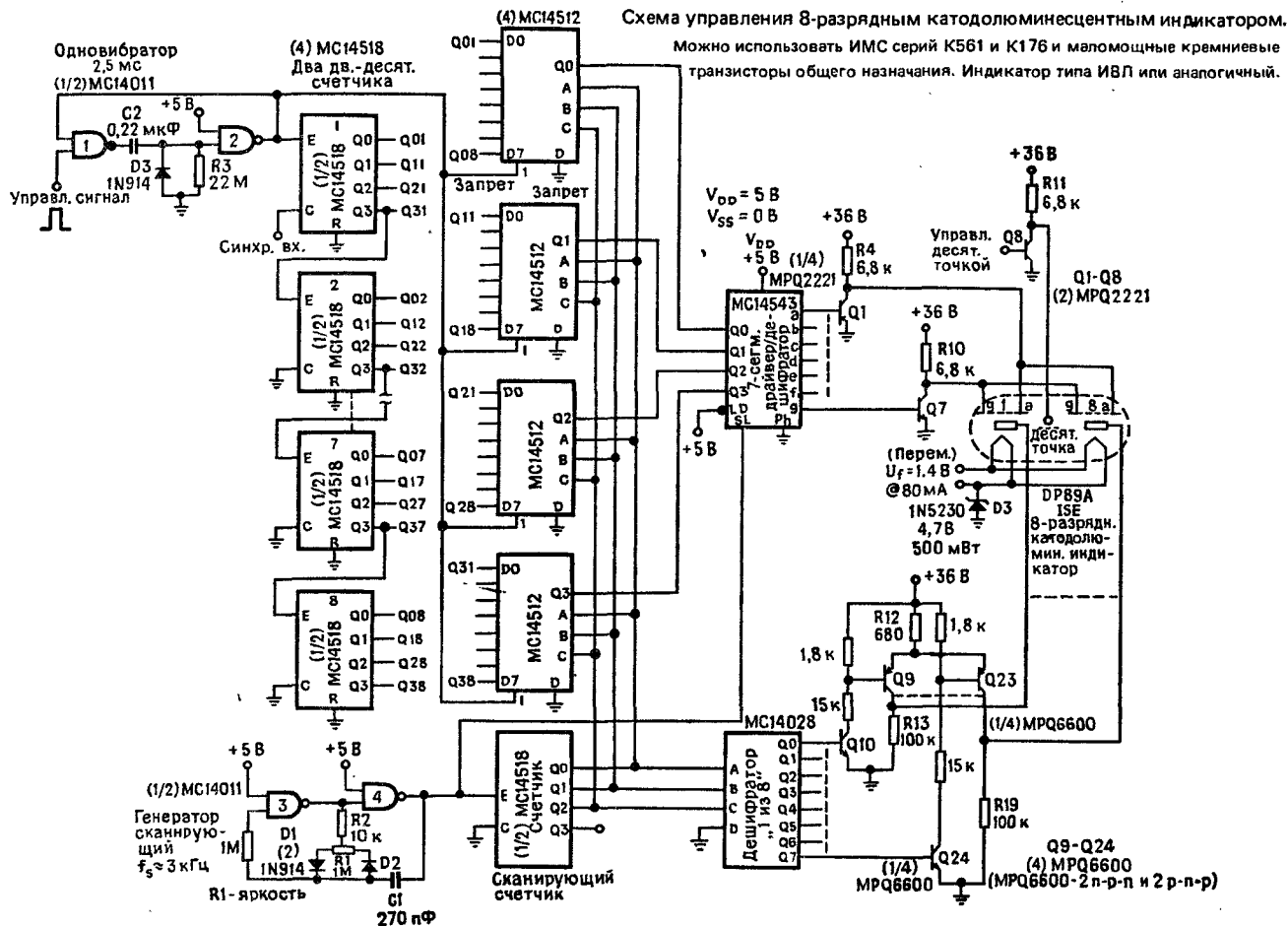


Схема монитора сердечной деятельности.

Возможны замены: MC14013 → K561TM2; MC1776 → K140UD12; MC14040 — 12-разрядный двоичный счетчик; MC14001 → K561ЛЕ5; MC14511 → K176ИД2; MC14518 — два синхронных десятичных счетчика; MC14522 — синхронный десятичный счетчик с предустановкой; индикаторы типа АЛС324 с общим катодом.



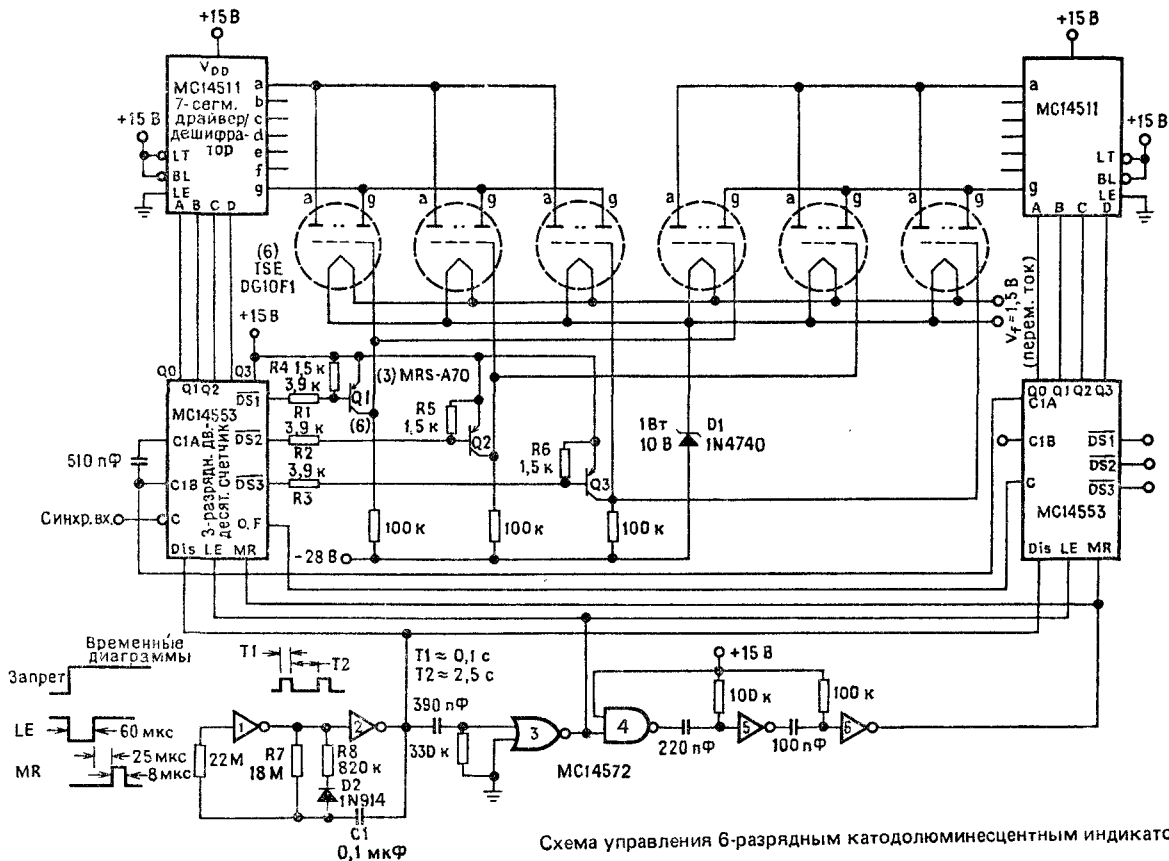


Схема управления 6-разрядным катодолуминесцентным индикатором.

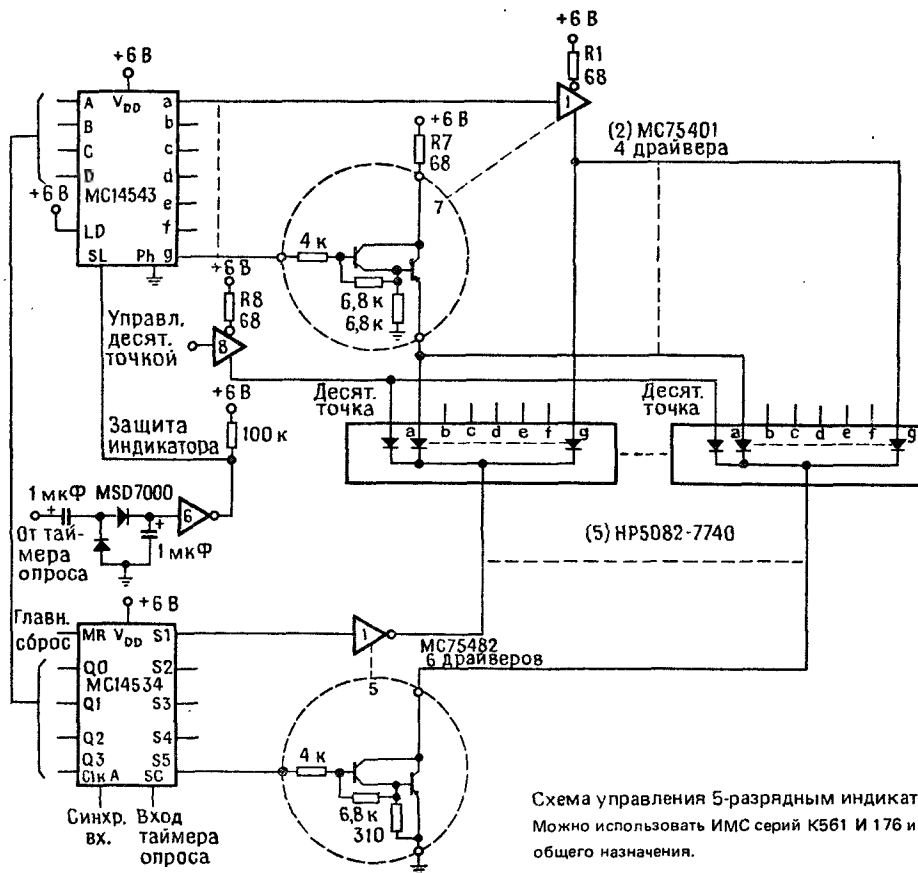


Схема управления 5-разрядным индикатором на светодиодных матрицах. Можно использовать ИМС серий К561 И 176 и кремниевые маломощные транзисторы общего назначения.

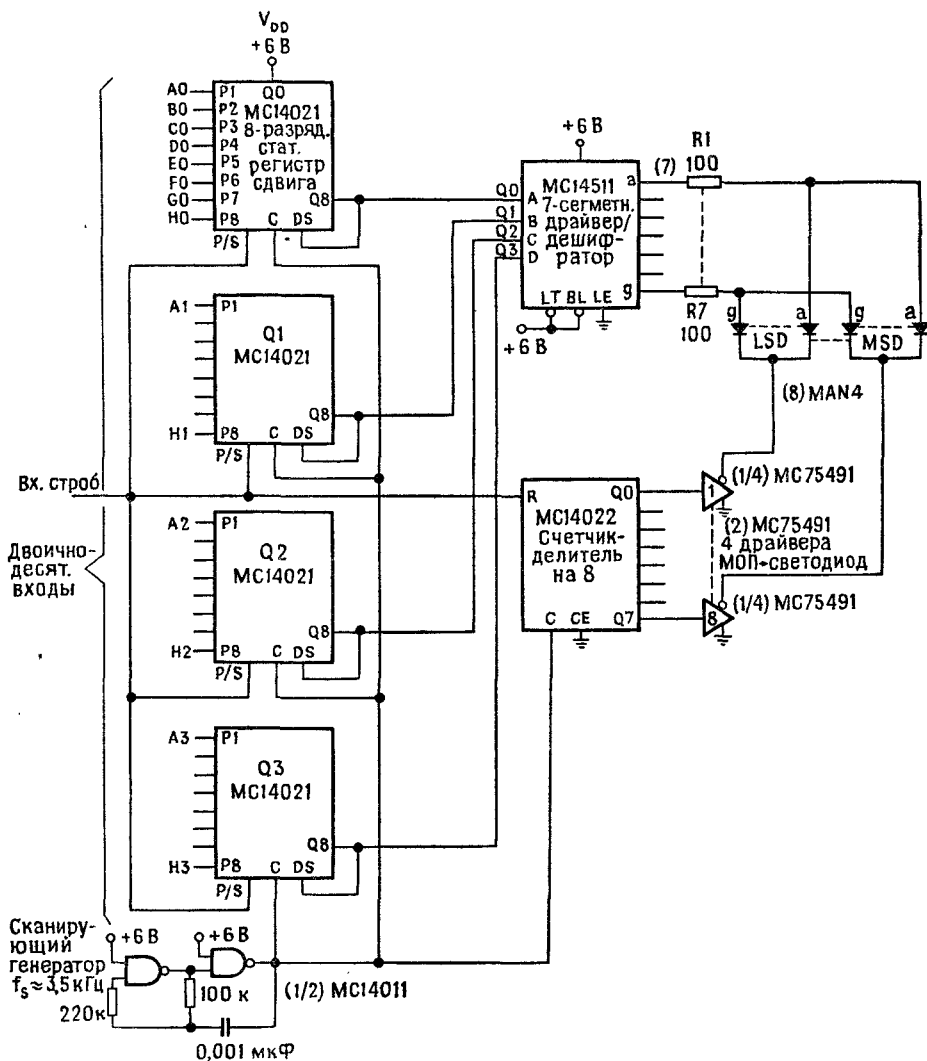


Схема управления 8-разрядным мультиплексированным индикатором на светодиодных матрицах.

Можно использовать ИМС серий К561 и К176.

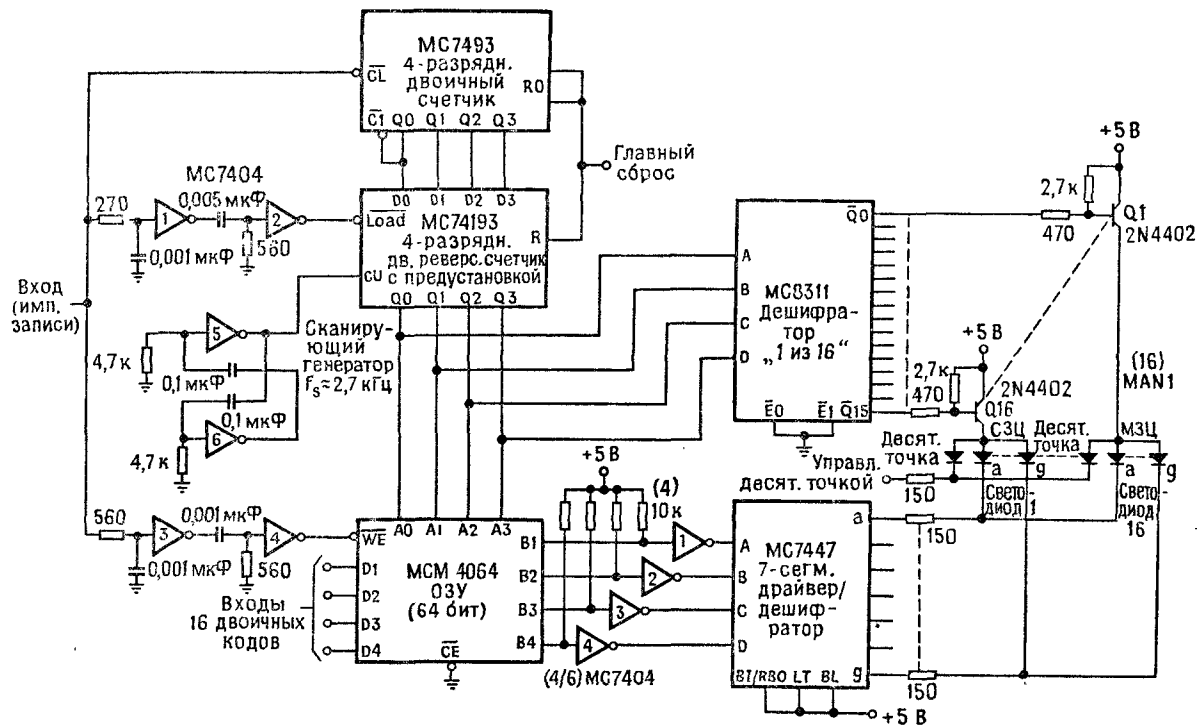


Схема управления 16-разрядным мультиплексированным индикатором на светодиодных матрицах.

Возможны замены: MC7404 → К155ЛН1; MC7493 → К155ИЕ5; MC74193 → К155ИЕ7; MC8311 → К155ИД3; MC7447 → К133ПН4; MCM4064 → К155РУ2; 2N4402 → КТ361Б.

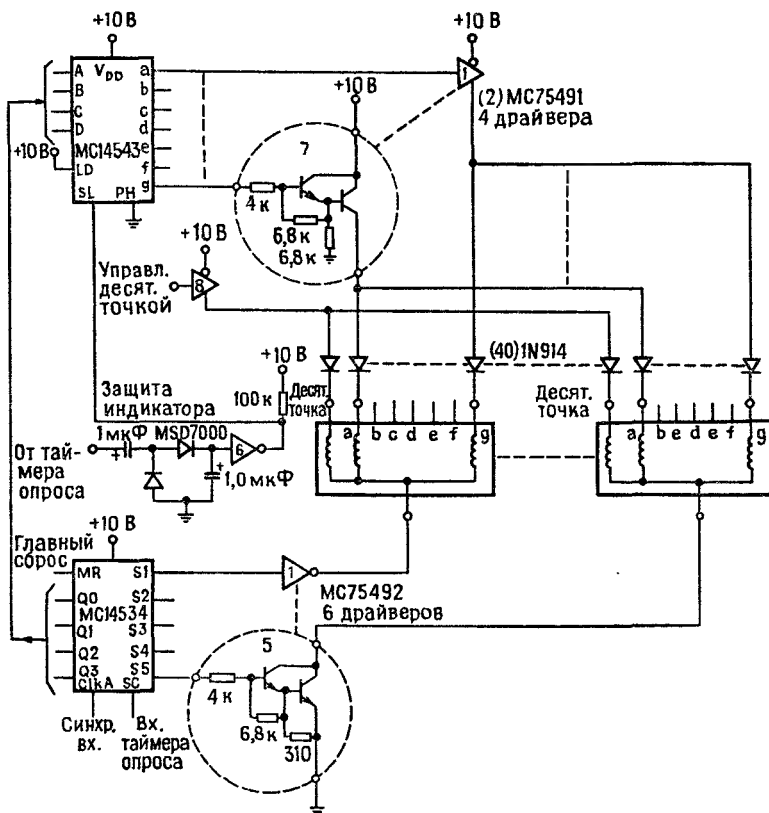
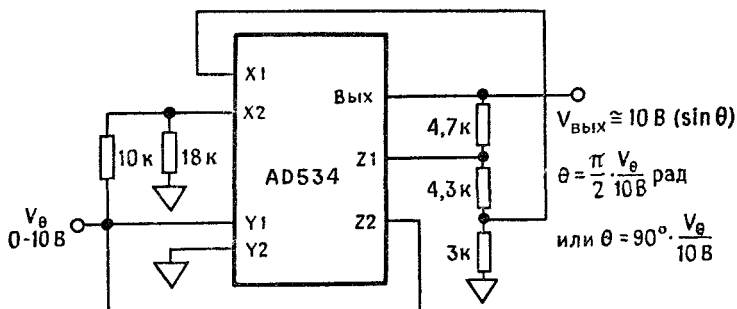


Схема управления 5-разрядным электромеханическим индикатором.

Можно использовать ИМС серий К561 и К176, транзисторы и диоды общего назначения



Простая схема синусового преобразователя на ИМС перемножителя.

Можно использовать ИМС К525ПС3 (в типовом включении)

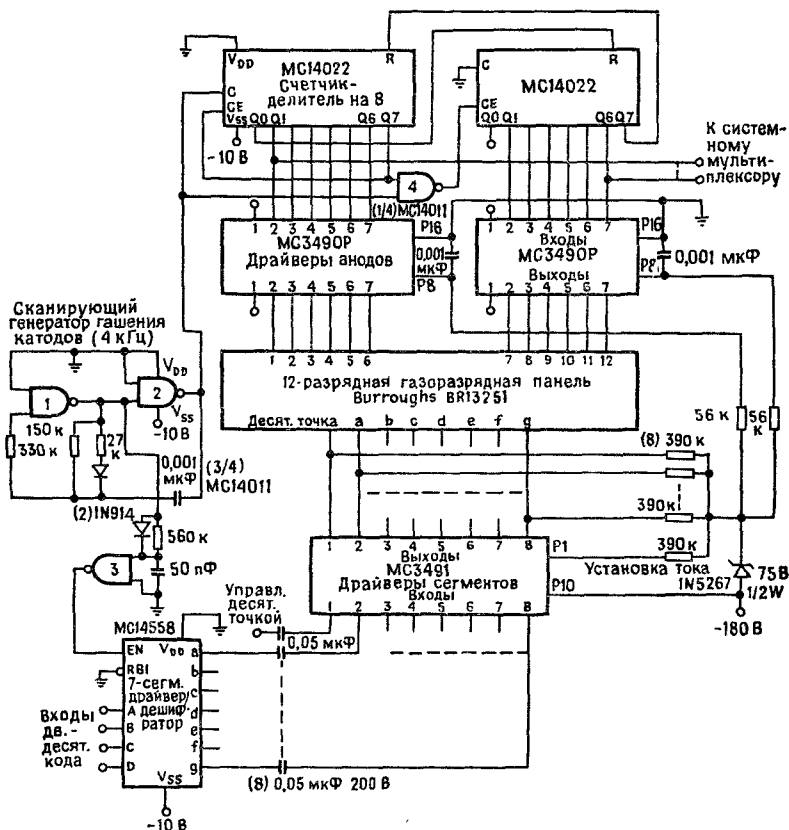
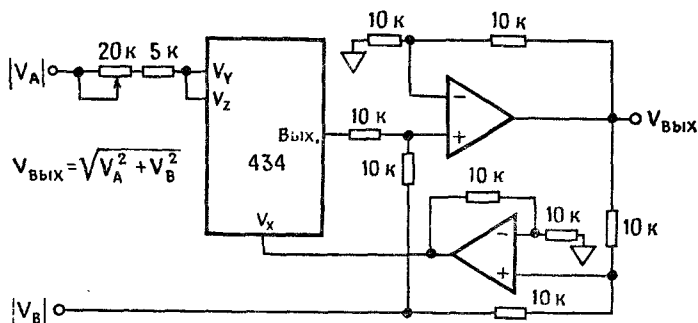


Схема управления 12-разрядной плазменной индикаторной панелью на КМДП-ИС.



Схема, вычисляющая квадратный корень из суммы квадратов.

Все ОУ типа AD741J Все 10 кОм-резисторы взаимно согласованы с точностью 0,05%.

Можно использовать перемножитель типа К525ПС2 и ОУ типа К140УД16

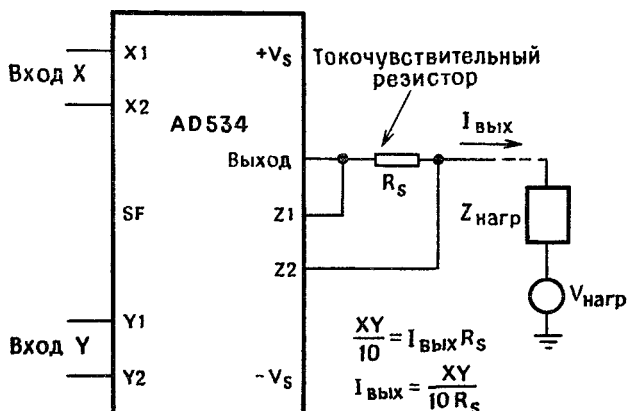
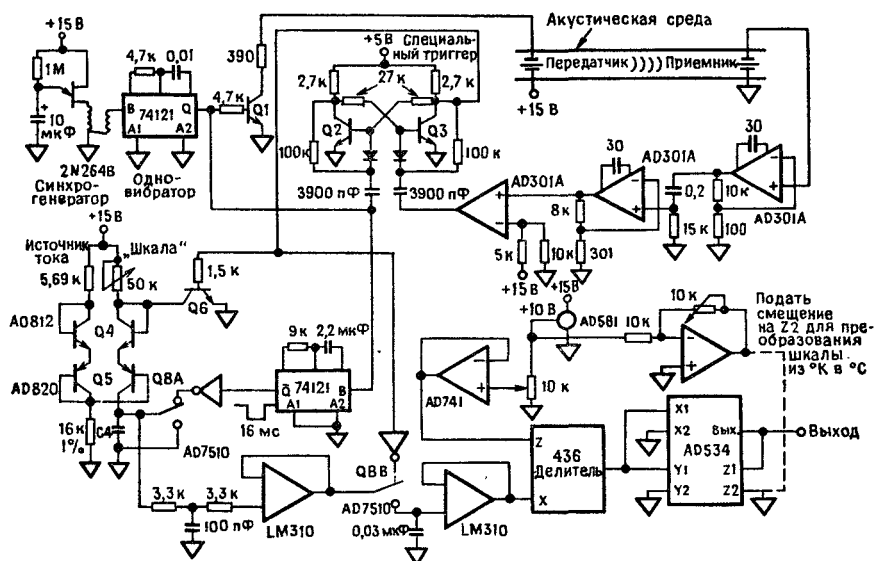
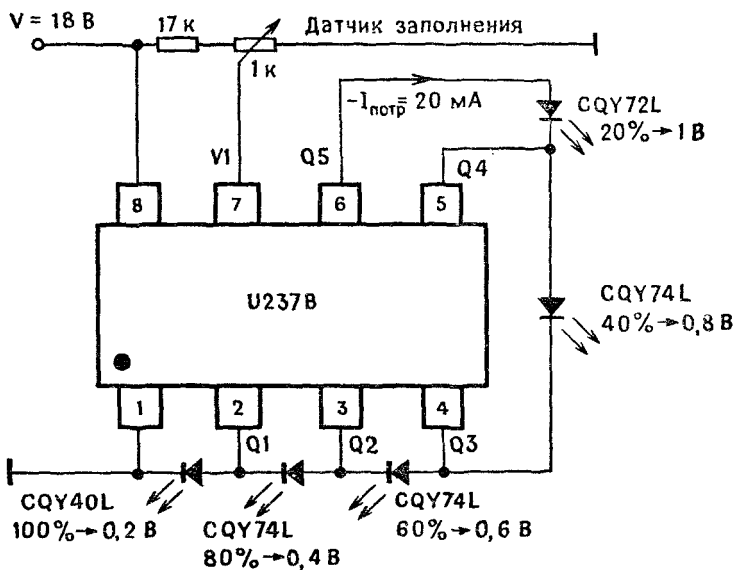


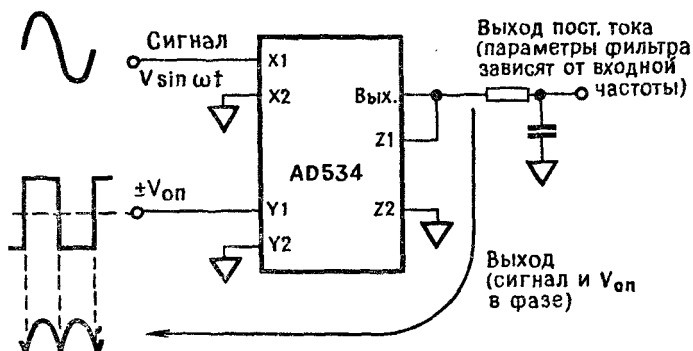
Схема перемножителя с токовым выходом.

Можно использовать ИМС типа К525ПС3.





Индикатор уровня жидкости с линейным резистивным датчиком.
Использована ИМС линейной шкалы фирмы AEG.



Фазочувствительный детектор с прямоугольным опорным сигналом.

$+V \cdot V_R \sin \omega t$ – в течение положительной полуволны;

$(-V) (-V_R) \sin \omega t$ – в течение отрицательной полуволны; плюс – сигнал и опорное напряжение в фазе; минус – сигнал и опорное напряжение в противофазе;

Можно использовать ИМС типа К525ПС3.

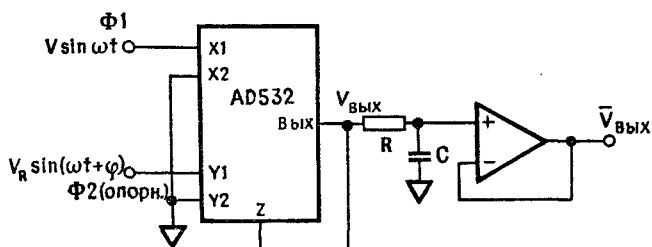
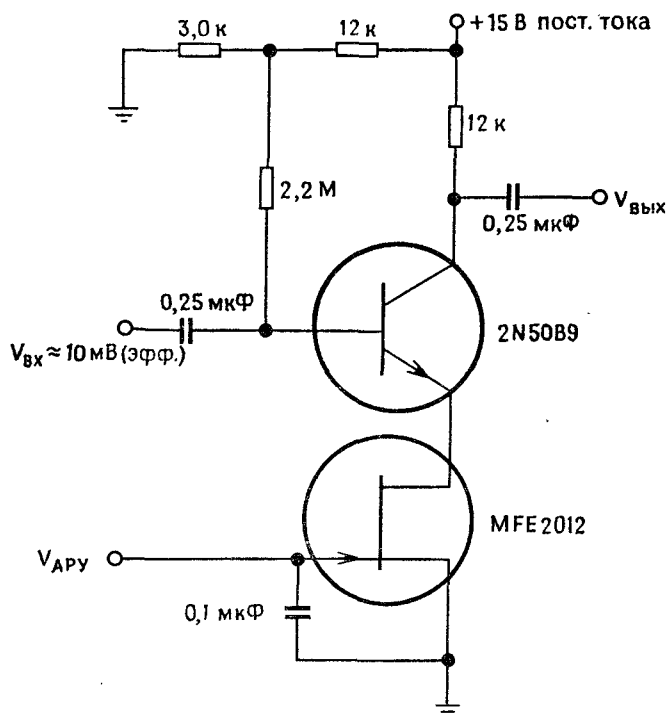


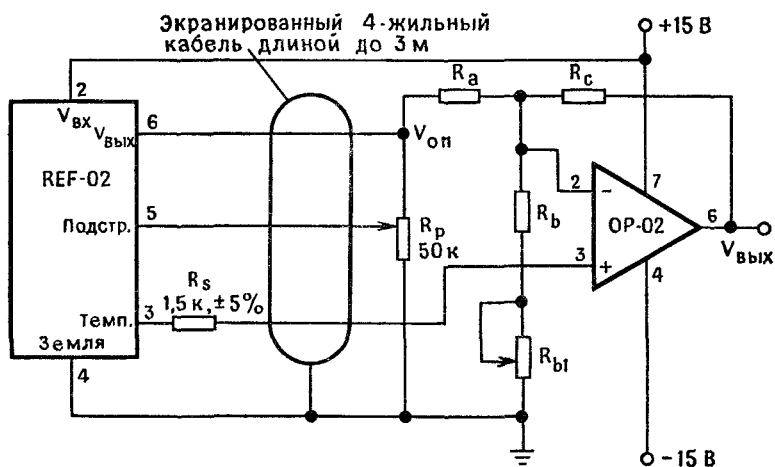
Схема фазочувствительного детектора синусоидального сигнала.

Можно использовать перемножитель типа К525ПС2 и ОУ типа К140УД16.



Простая схема АРУ.

Можно использовать транзисторы типа КТ339В и КР302А



Прецизионный преобразователь температуры с дистанционным датчиком.
Можно использовать ОУ типа К153УД5.

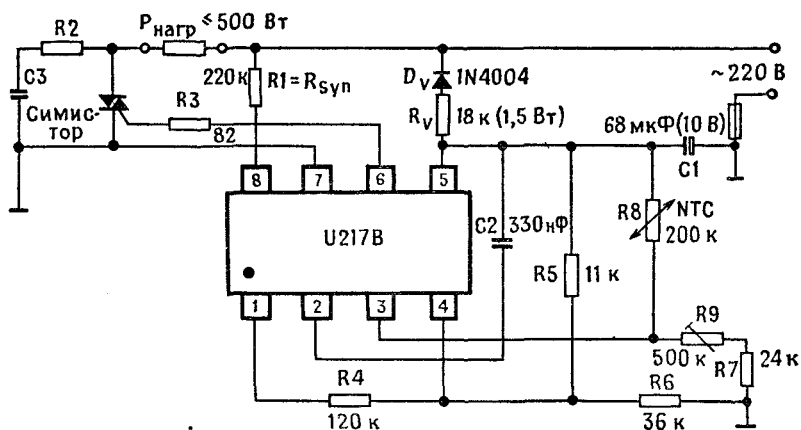
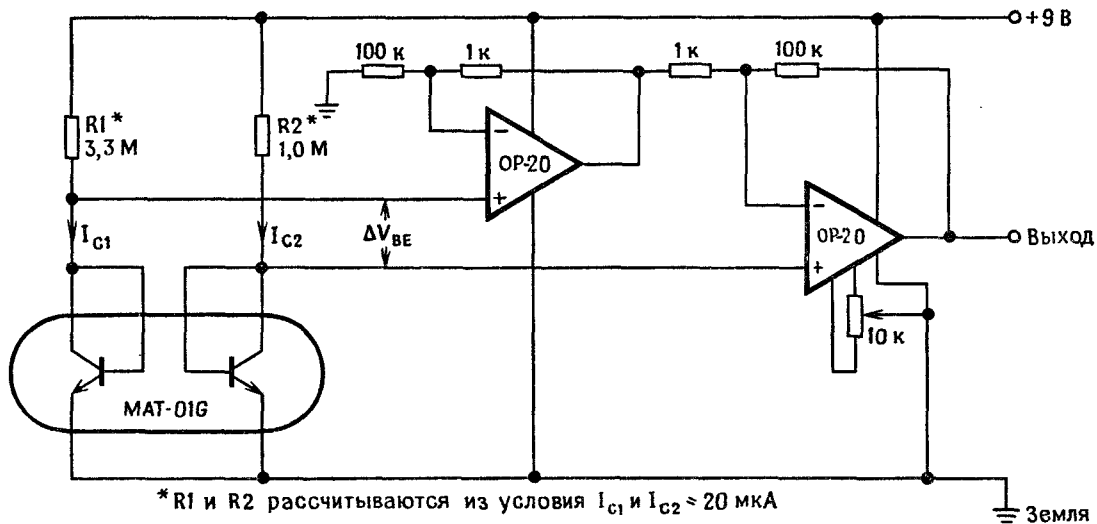


Схема регулятора температуры.

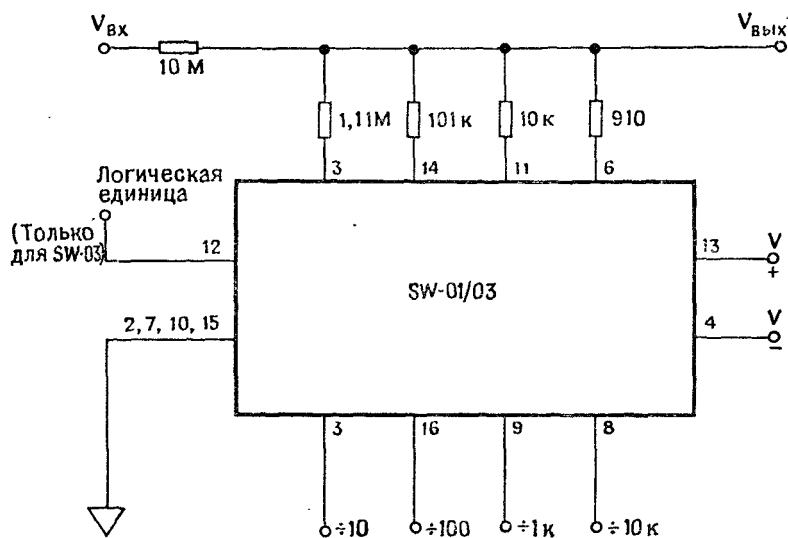


Температурный датчик.

Формулы для расчета:

$$\Delta V_{БЭ} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{C2}}{I_{C1}} \right), \quad \frac{\Delta V}{\Delta T} = 85,8 \ln \left(\frac{I_{C2}}{I_{C1}} \right) \text{ мВ/}^\circ\text{C}, \quad V_{\text{Вых}} = 101 \cdot \Delta V_{БЭ}. \text{ Если } R1/R2 = 3,2, \text{ то } 1 \text{ КВ}_{\text{Вых}} = 10 \text{ мВ/}^\circ\text{C}$$

Возможны замены: OP-20 → K140УД17; MAT-01 → K159НТ1В.



(Коэффициент ослабления равен 1, если все ключи закрыты)

Программируемый аттенуатор (коэффициент ослабления изменяется от 1 до 0,0001).
Можно использовать аналоговые ключи серии К590.

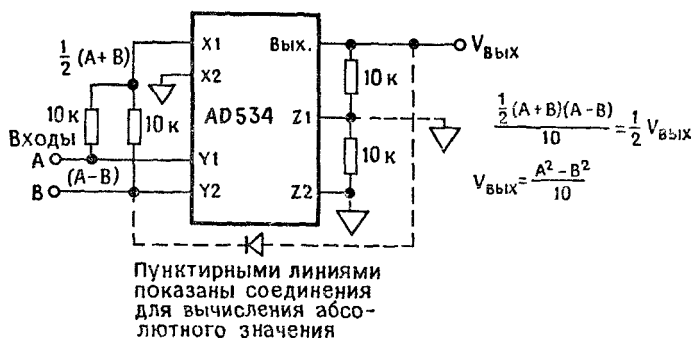
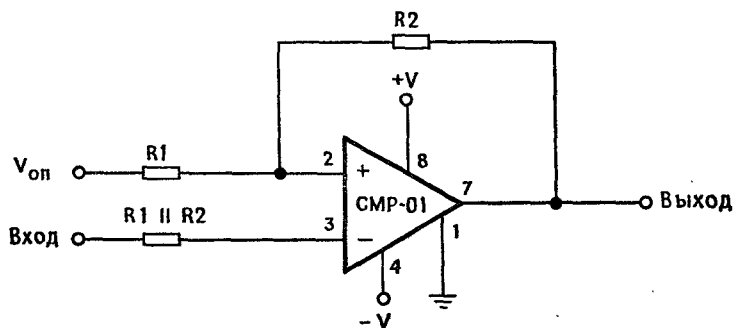


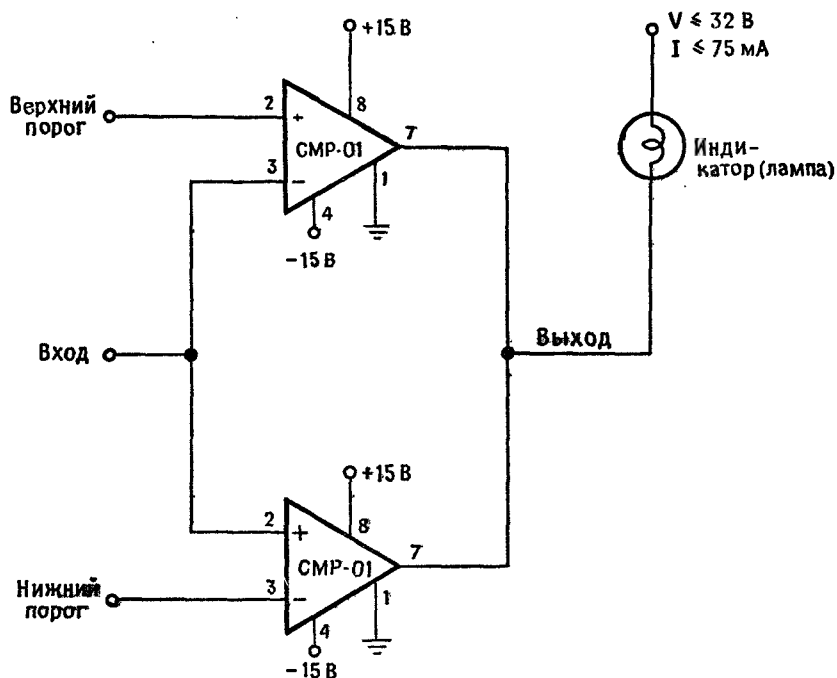
Схема вычисления разности квадратов. (Штриховыми линиями показаны соединения для вычисления абсолютного значения.)

Можно использовать перемножитель типа К525ПС3.



Детектор уровня сигнала с гистерезисом, не превышающим $4V \cdot R1 / (R1 + R2)$ (положительная обратная связь).

Можно использовать компаратор типа К521СА4.



Прецизионный двухуровневый тестер "годен — не годен".

Сигнал на выходе компараторов имеет низкий уровень, если превышены оба порога.

Сигнал на выходе имеет высокий уровень, если входной сигнал находится в пределах порогов.

Можно использовать компараторы типа К521СА4.

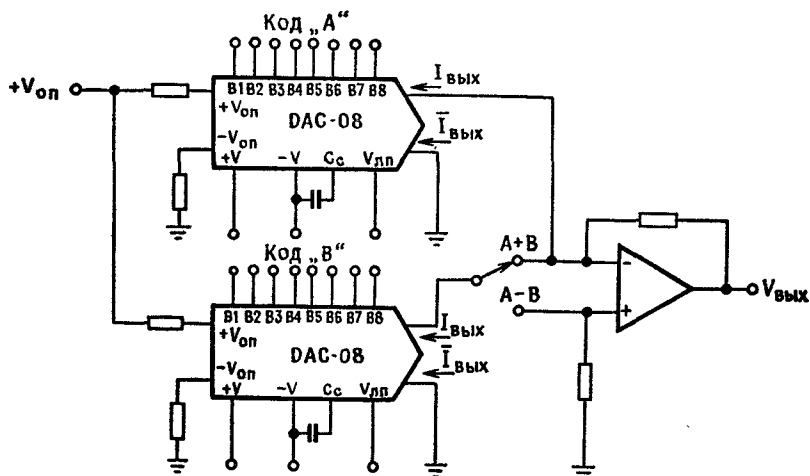


Схема цифрового сложения или вычитания с аналоговым выходным сигналом.
Можно использовать любые ЦАП и ОУ в зависимости от требуемой точности результата.

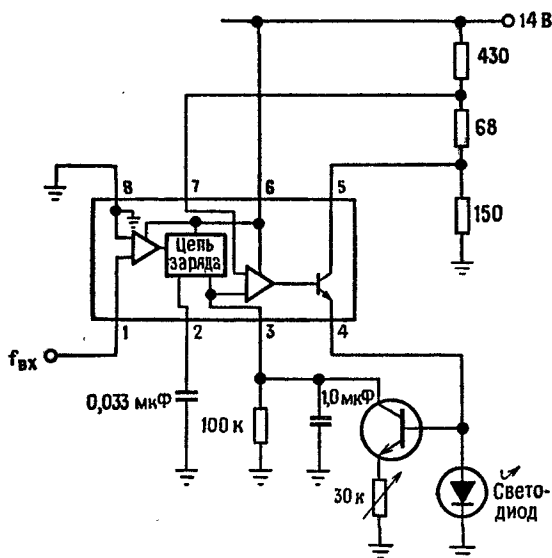


Схема индикации превышения скорости с мигающим светодиодом.

Пояснения

1. Светодиод начинает мигать, если $f_{вх} \geq 100$ Гц.
2. Частота световых вспышек увеличивается с ростом входной частоты.

Можно использовать таймер КР1006ВИ1, транзистор КТ315Б и светодиод АЛ102БМ.

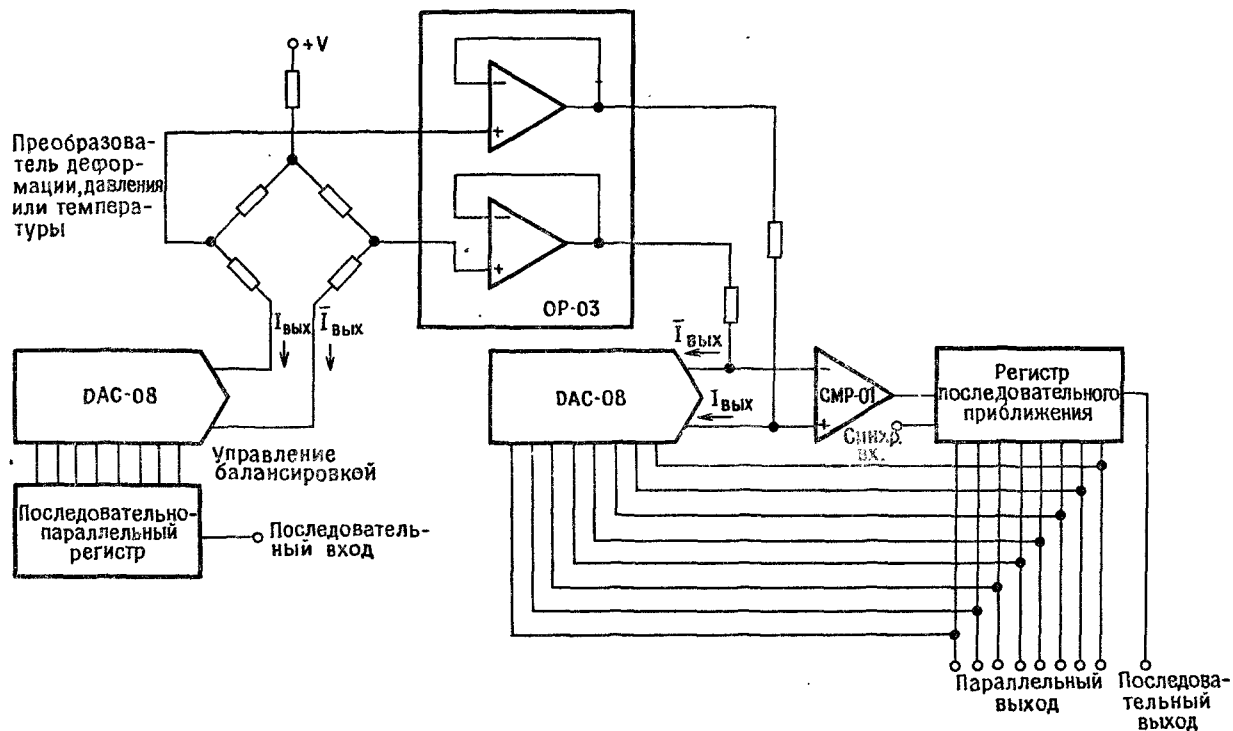
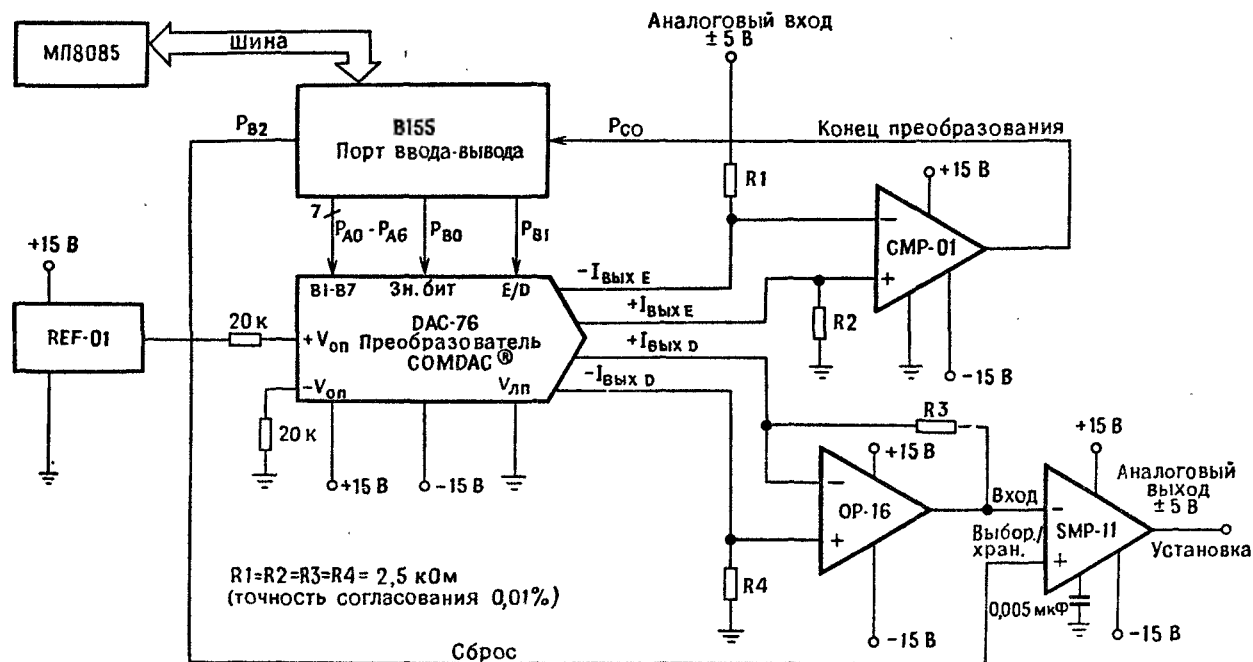
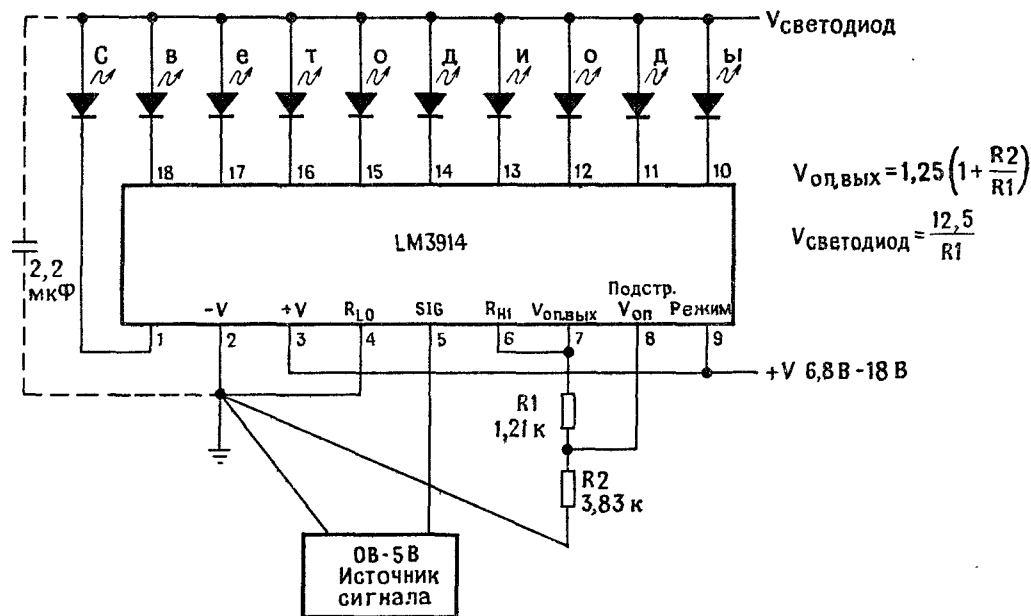


Схема управления мостовым преобразователем с полностью дифференциальным входом.



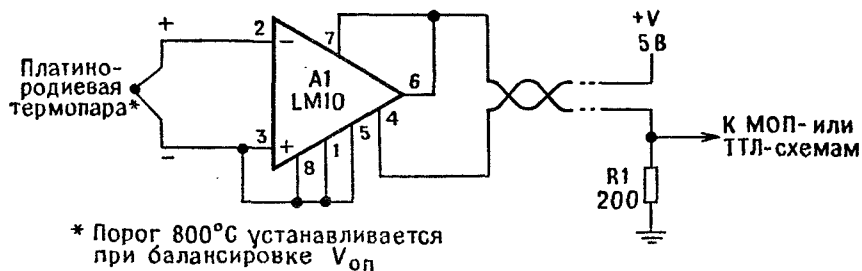
Контроллер COMDAC с аналоговым входом-выходом.

Использована специальная микросхема ЦАП с нелинейной характеристикой фирмы Precision Monolithics.



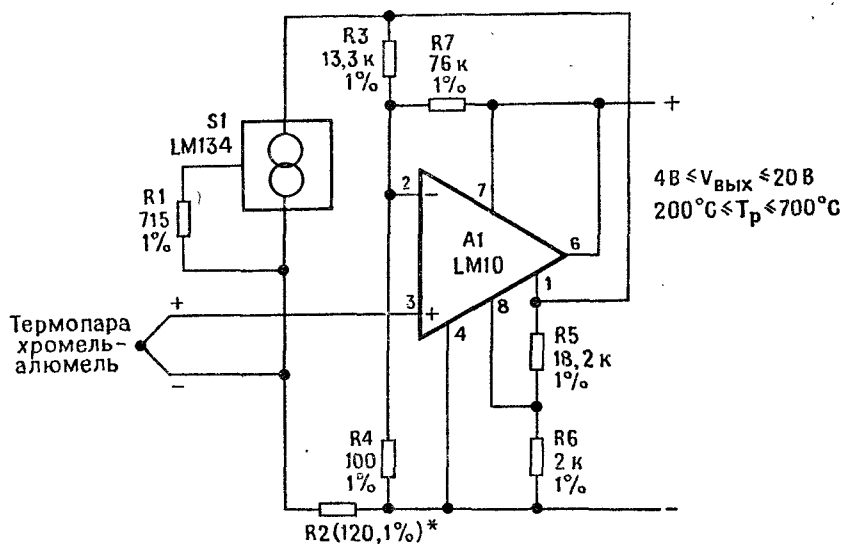
Линейный школьный измеритель на диапазон 0 — 5 В.

Пояснения. Заземление схемы для всех случаев осуществляется одинаково. Таиталовый конденсатор емкостью 2,2 мкФ (или алюминиевый электролитический конденсатор емкостью 10 мкФ) необходим, если светодиоды расположены от источника питания на расстоянии, большем 15 см. Использована специальная ИМС линейной шкалы.



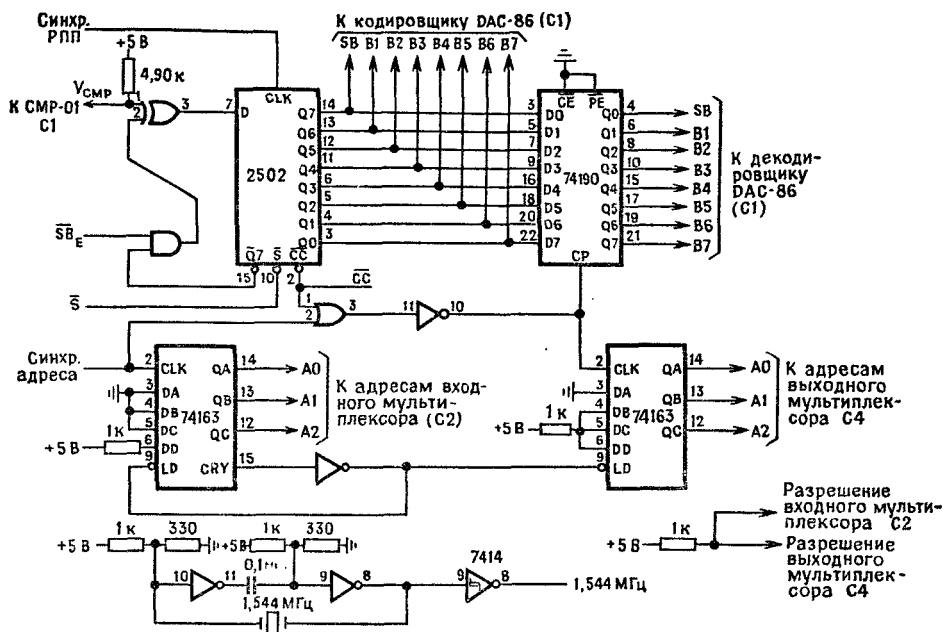
Детектор пламени.

Пример применения экзотического ОУ LM10.



Дистанционный усилитель термопары.

Резисторы R2, R3, R7 используются соответственно для подстройки диапазона и сдвига и для компенсации холодного спая.



Контроллер кодировщика-декодировщика.

Можно использовать ИМС серий К155 и К531.

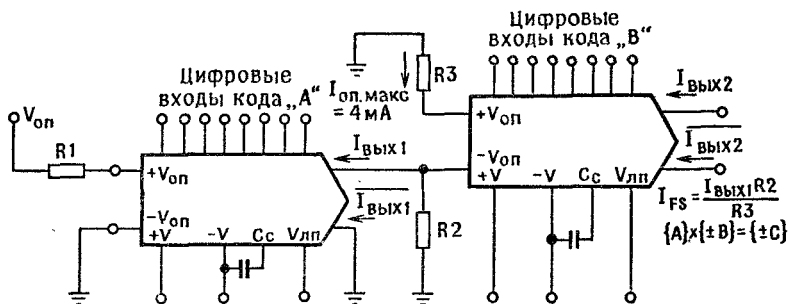
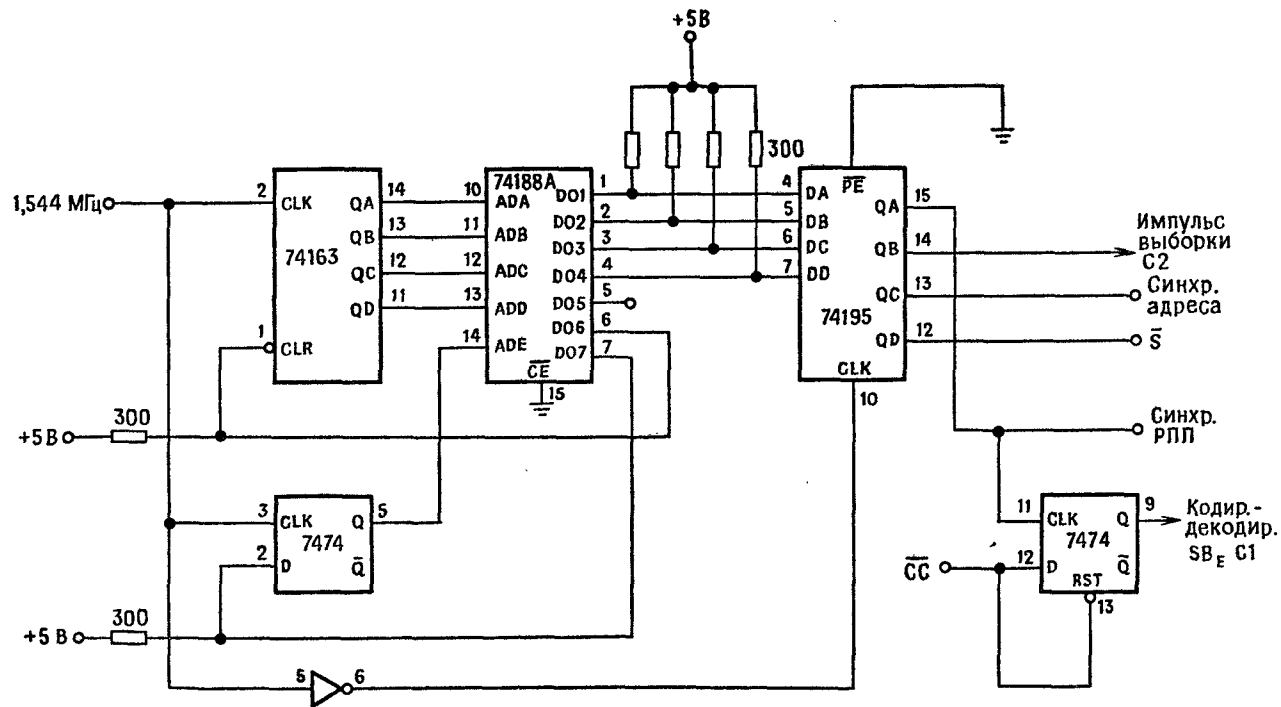


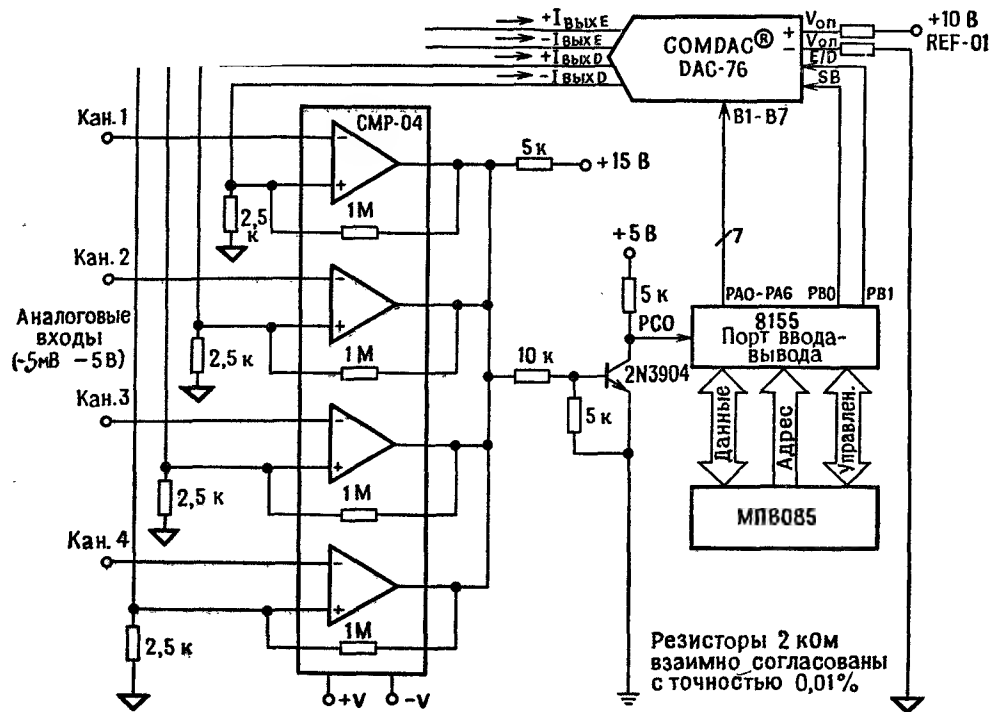
Схема калибровки шкалы, управляемая цифровым кодом.

Можно использовать любой ЦАП.



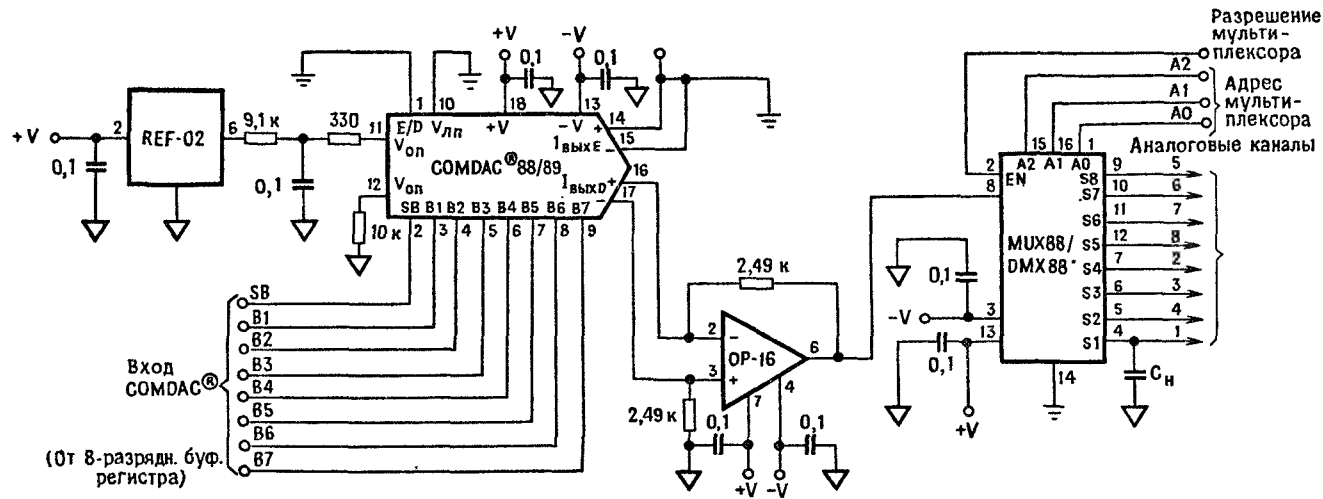
Блок синхронизации для кодировщика.

Можно использовать ИМС серии К155.



Четырехканальная система сбора данных.

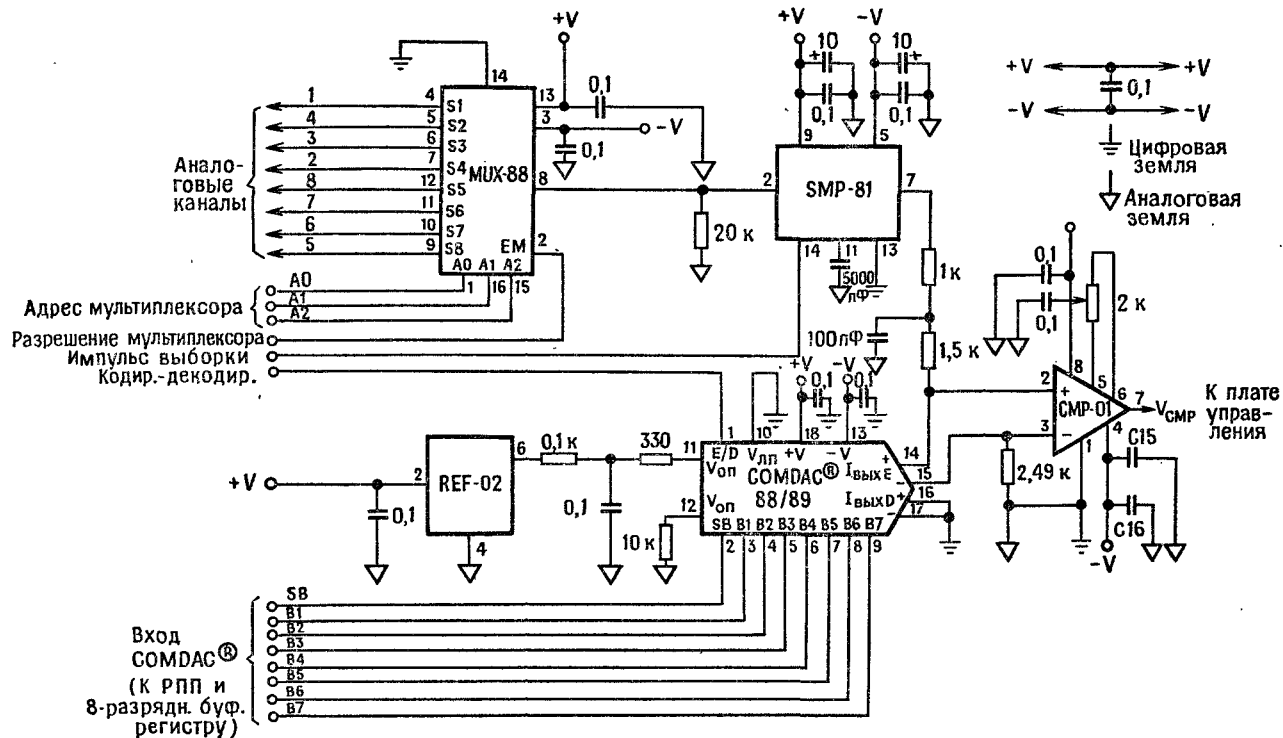
Можно использовать ИМС серий К580, К1108 и К1121.



Демонстрационная плата декодировщика.

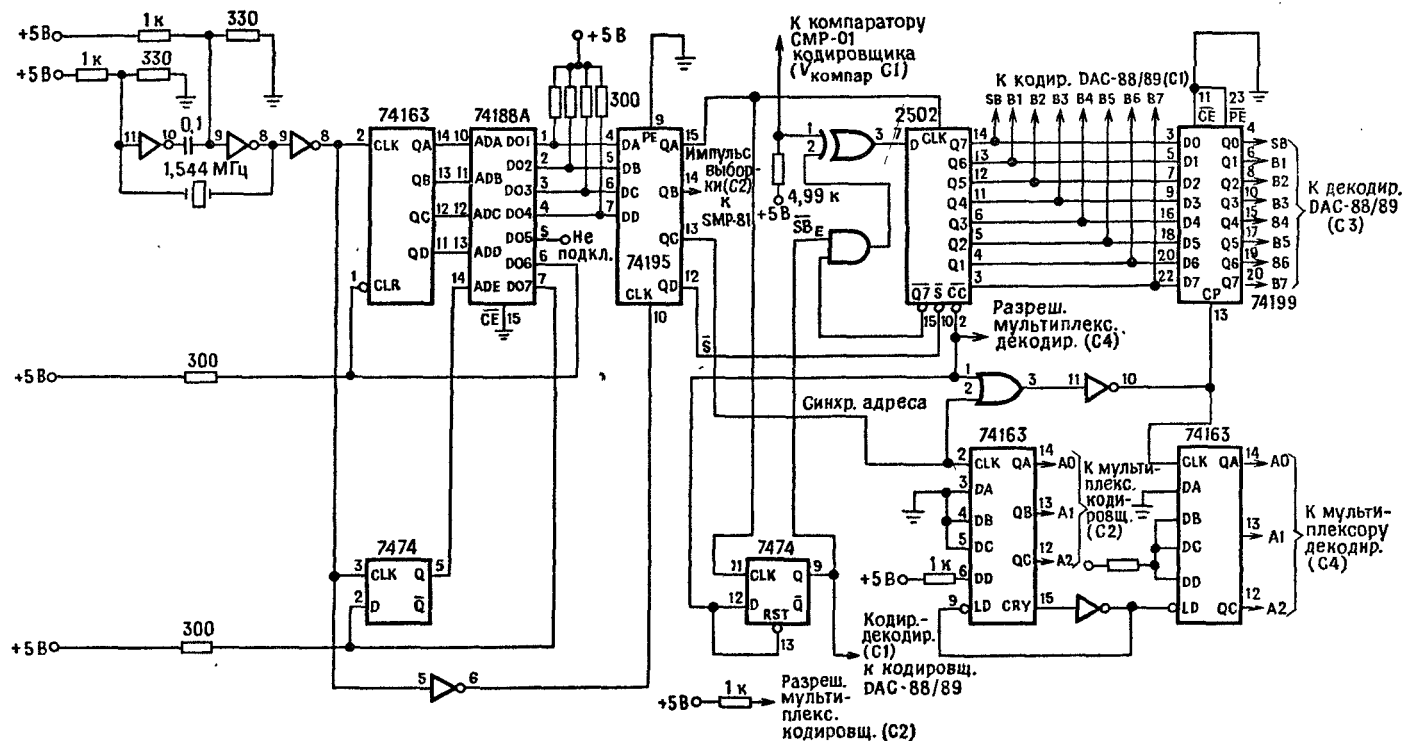
Конденсатор C_H устанавливается на все выходные порты. Его емкость зависит от выходных ключей. Номиналы остальных конденсаторов даны в микрофарадах.

Можно использовать ИМС серий К1108, К140 и К1109.

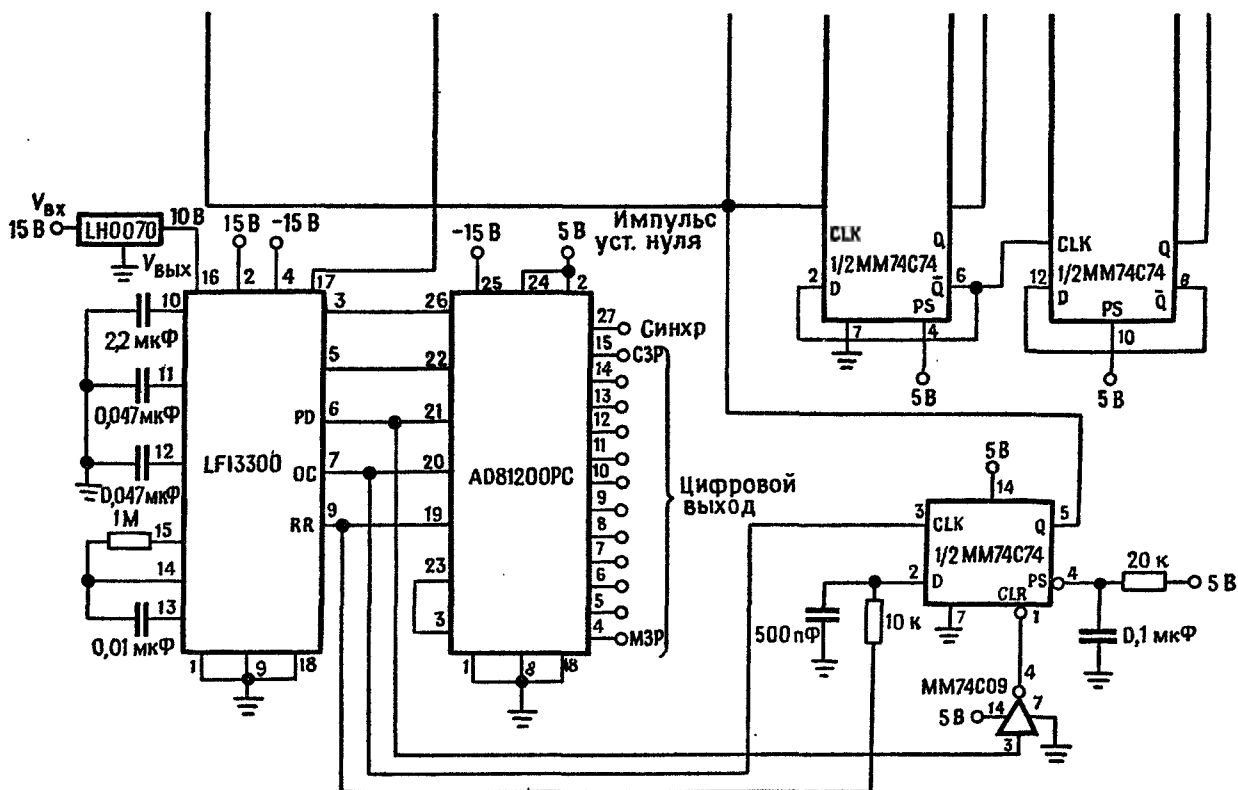
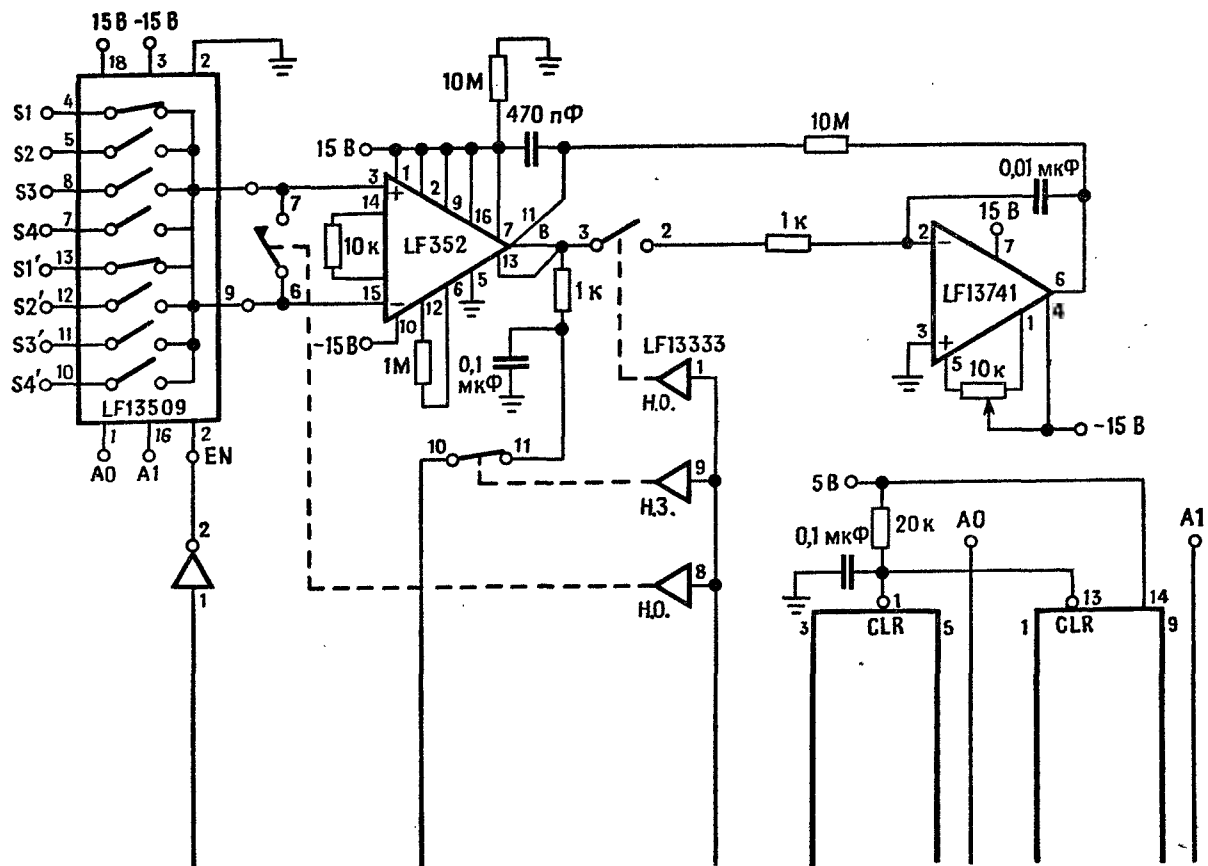


Демонстрационная плата кодировщика.

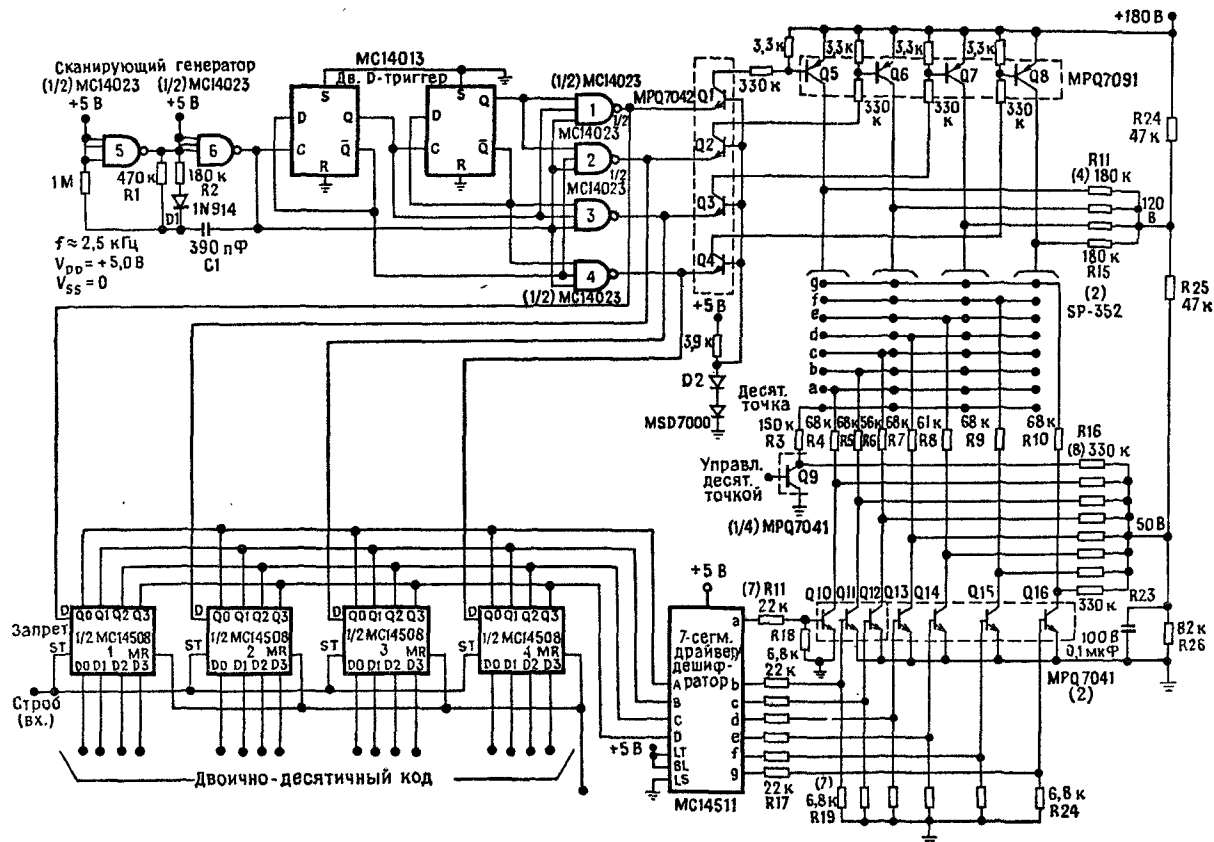
Номиналы остовных конденсаторов даны в микрофарадах.

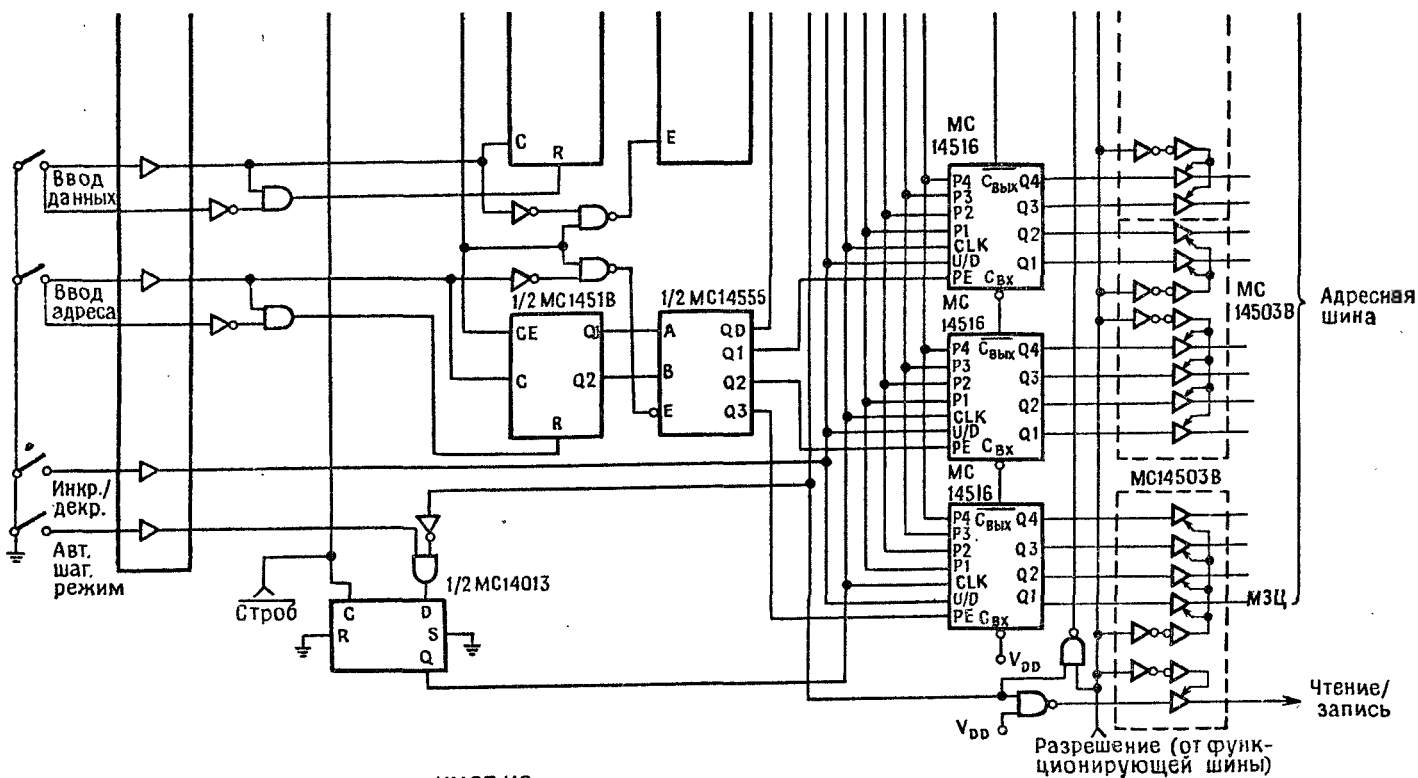
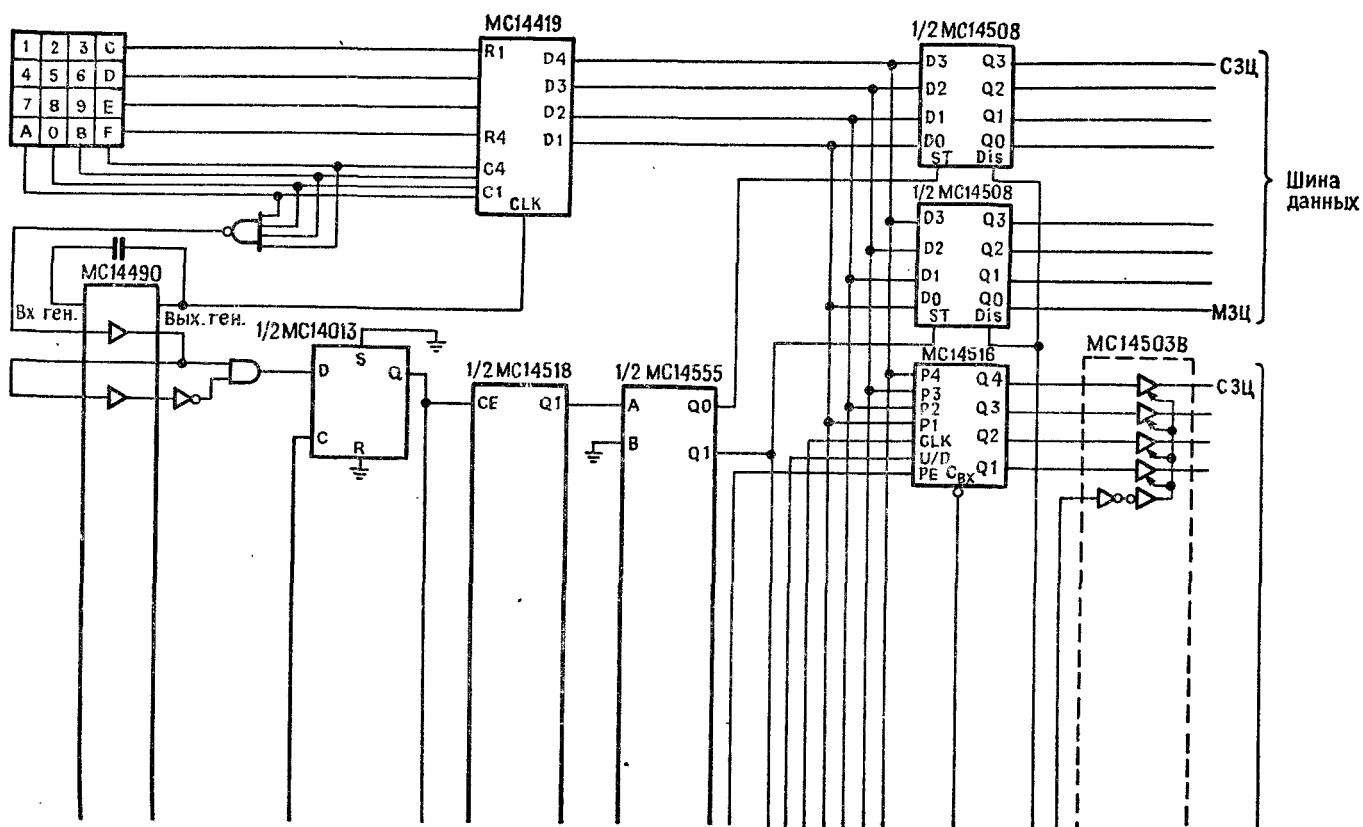


Демонстрационная система цифрового управления.
Можно использовать ИМС серий К155, К531 и К1108.

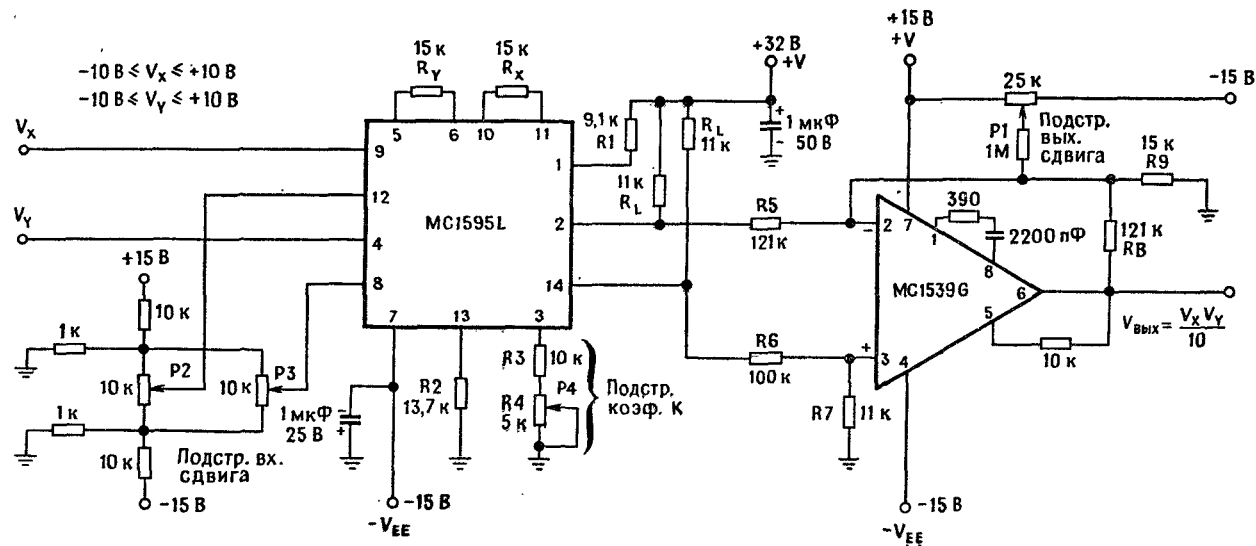


4-канальный дифференциальный мультиплексор с автобалансирующим инструментальным усилителем и 12-разрядным АЦП.
Использованы специальные ИМС фирмы National Semiconductor.





Система ввода данных с клавиатуры на КМДП-ИС.
Можно использовать ИМС серий К561 и К176.



Умножитель со схемой сдвига уровня на ОУ.

Можно использовать перемножитель типа К526ПС1 и ОУ типа К553УД2.

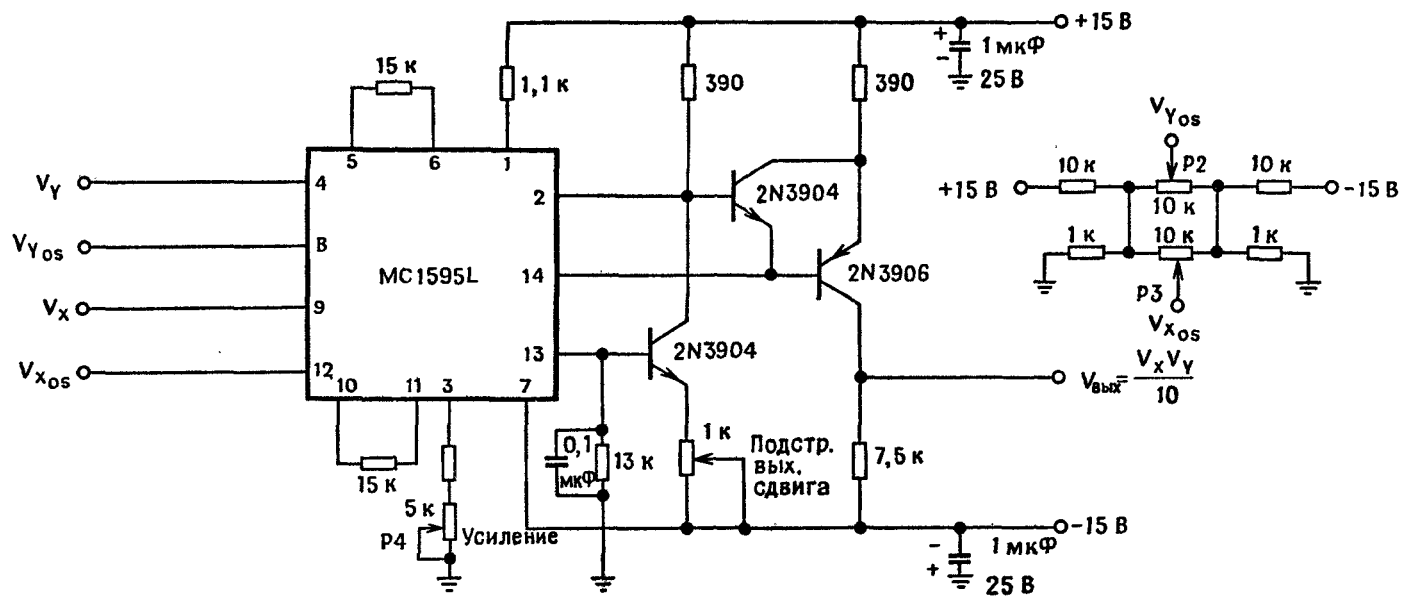
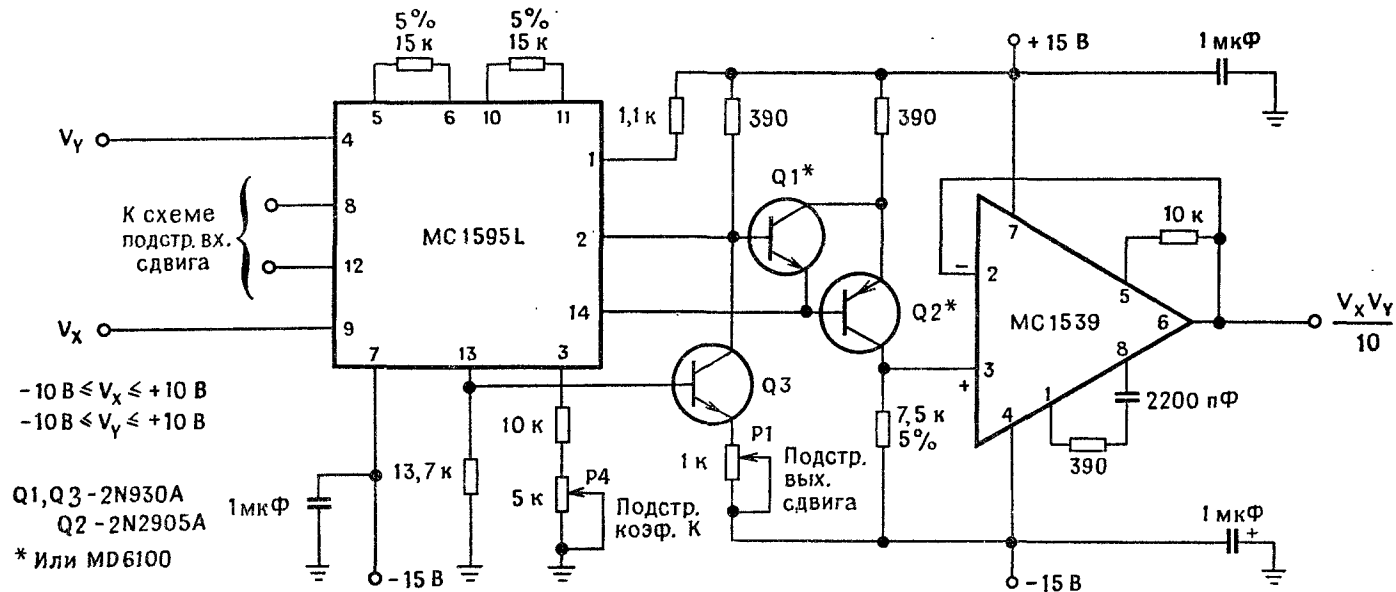


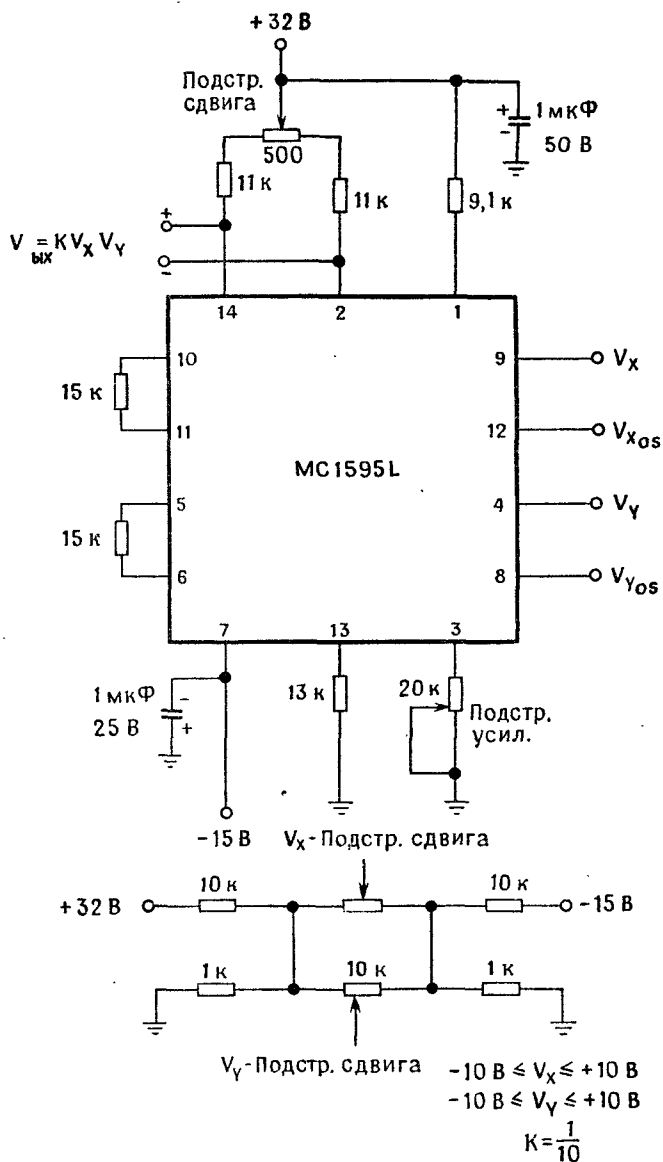
Схема сдвига уровня на дискретных элементах.

Можно использовать перемножитель типа К526ПС1 и транзисторы типа КТ315 и КТ361.



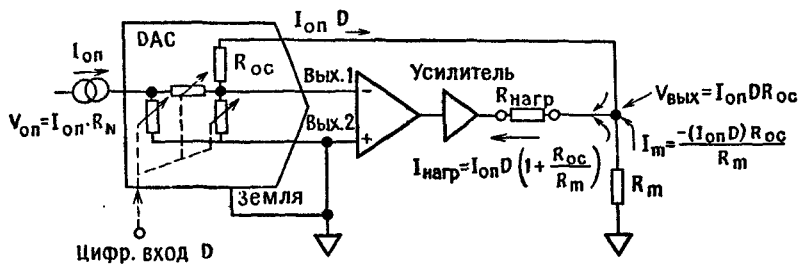
Умножитель со схемой сдвига уровня на дискретных элементах.

Можно использовать ОУ типа К553УД2, перемножитель типа К526ПС1 и транзисторы типа КТ315 и КТ361



Типовая схема умножения.

Стандартное подключение перемножителя К526ПС1

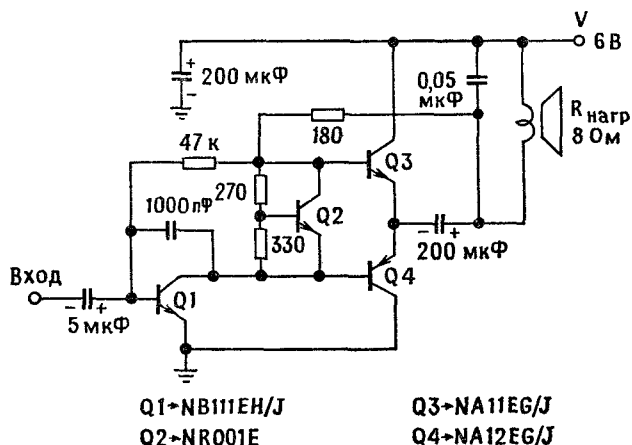


Источник тока с плавающей нагрузкой.

Можно использовать компараторы типа К521СА4.

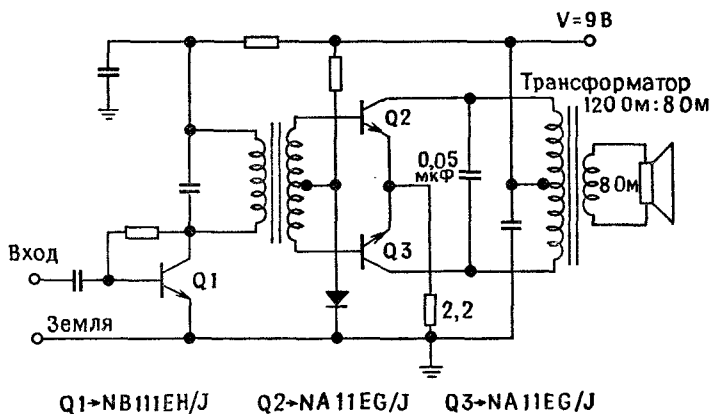
Глава 24

Специальные транзисторные схемы



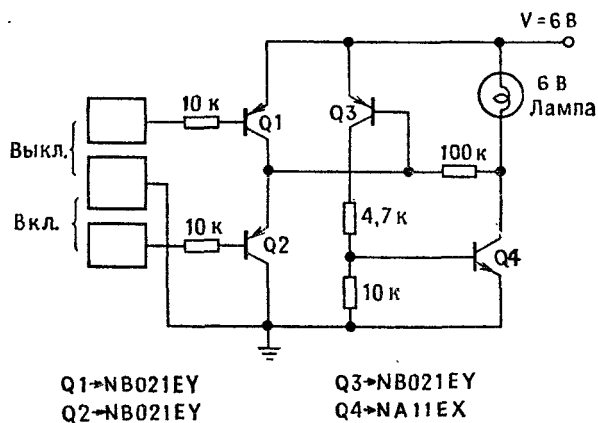
Усилитель с защитой от перегрузки (380 мВт, 6 В, 8 Ом).

Возможны замены: NB111EH/J → КТ3102Г; NR001E → КТ315А; NA11EG/J → КТ503А; NA12EG/J → КТ502А.



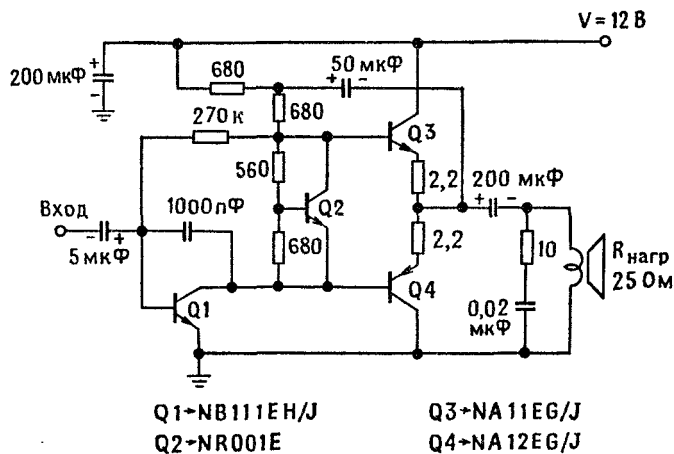
УНЧ на 1,2 Вт.

Можно использовать любые подходящие по мощности транзисторы общего назначения.

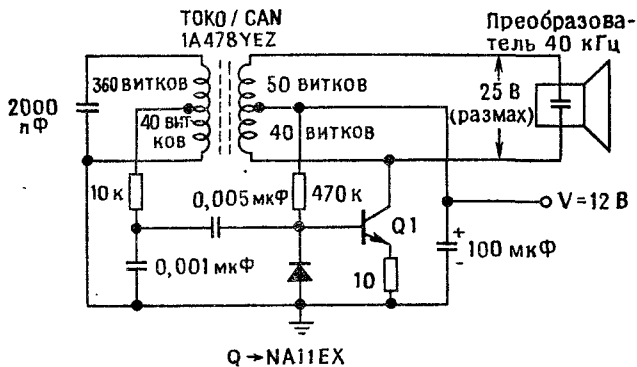


Электронный выключатель.

Можно использовать транзисторы типа КТ315Г и КТ361Г.

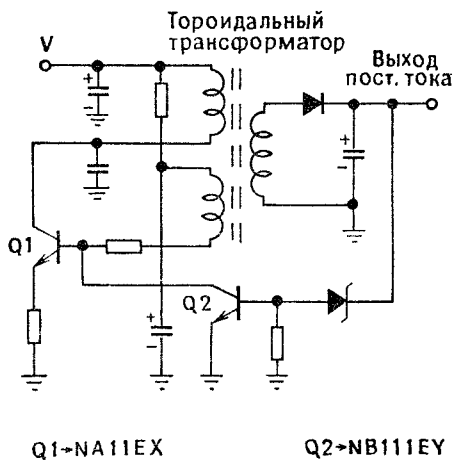


Усилитель с защитой от перегрузки (650 мВт, 12 В, 25 Ом).



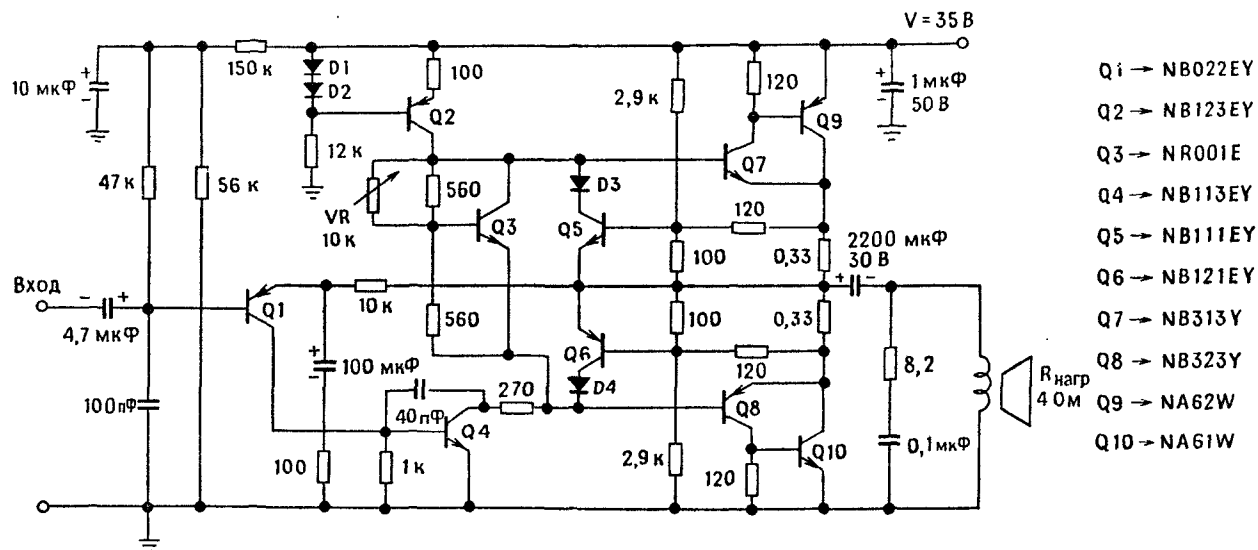
Ультразвуковой передатчик на 40 кГц.

Можно использовать любые транзисторы и диоды.



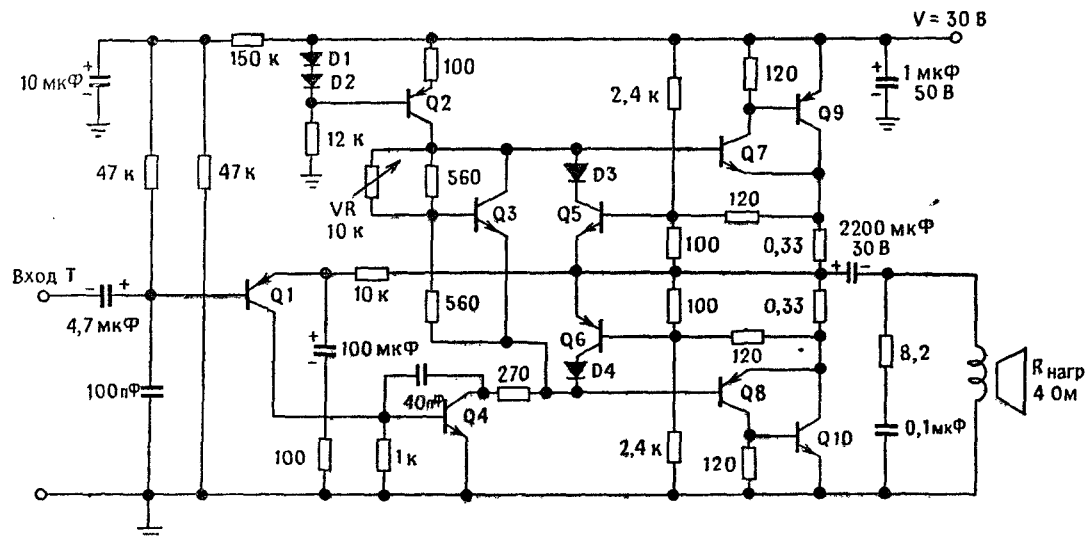
Типичная схема преобразователя напряжения.

Можно использовать любые подходящие по мощности кремниевые транзисторы.



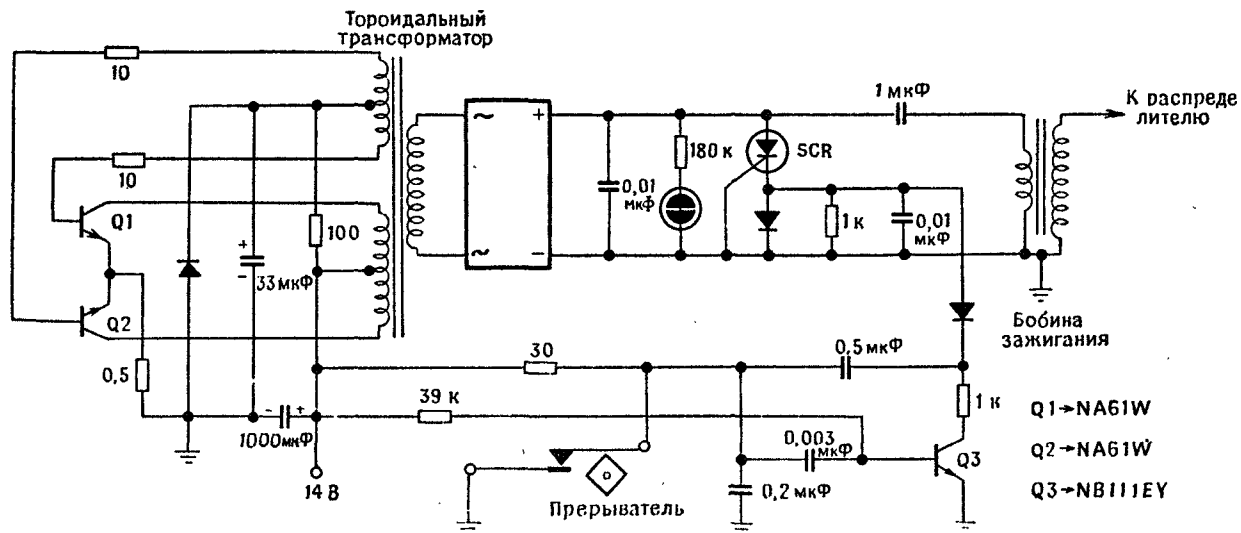
Усилитель на 25 Вт с защитой от перегрузки.

Возможны замены: NB022EY → КТ3107Б; NB123EY → КТ502Г; NR001E → КТ315А; NB113EY → КТ503Г; NB111EY → КТ503А; NB121EY → КТ502А; NB313Y → КТ815Б; NB323Y → КТ814Б; NA62W → КТ816Б; NA61W → КТ817Б.



- Q1 → NB022EY
- Q2 → NB122EY
- Q3 → NR001E
- Q4 → NB112EY
- Q5 → NB111EY
- Q6 → NB121EY
- Q7 → NB313Y
- Q8 → NB323W
- Q9 → NA62W
- Q10 → NA61W

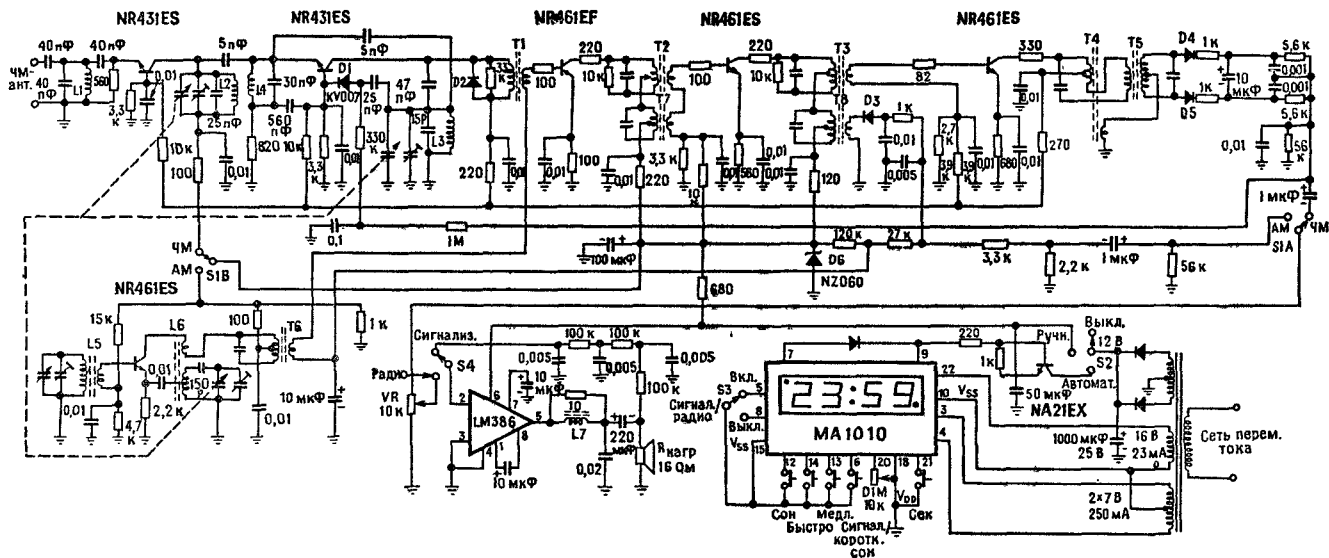
Усилитель на 18 Вт с защитой от перегрузки.



Конденсаторная схема зажигания.

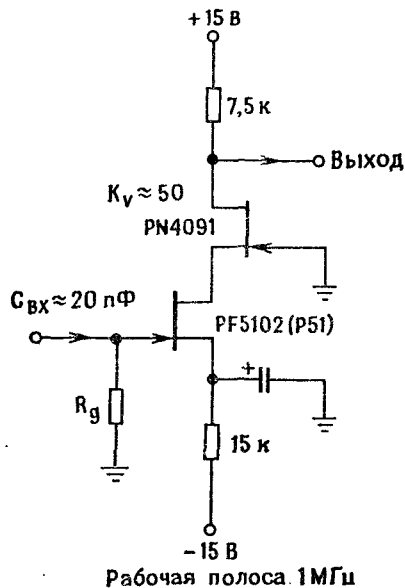
Можно использовать любые подходящие по мощности кремниевые диоды, транзисторы и тиристоры.

[illegible]

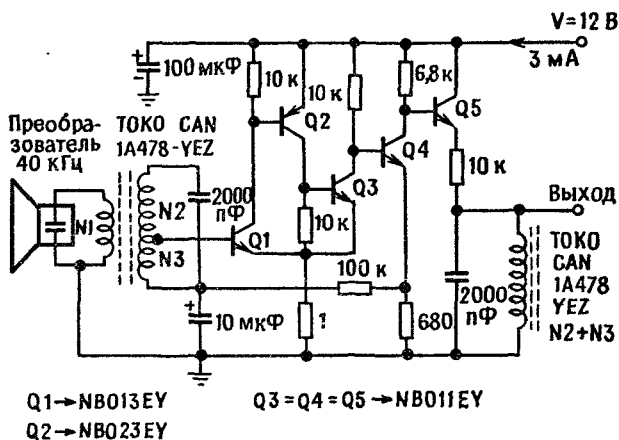


AM— ЧМ-радиоприемник с часами.

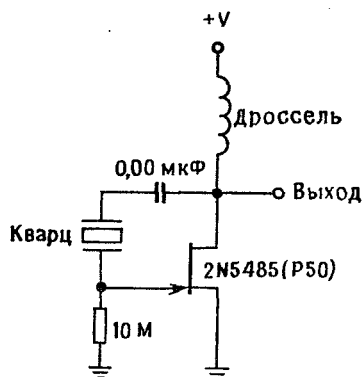
Типовая схема недорогого радиоприемника, выпускаемого многими зарубежными фирмами. Эксплуатационные параметры приемника соответствуют отечественным переносным радиоприемникам II класса. Емкости конденсаторов, кроме указанных на схеме, выражены в микрофарадах.



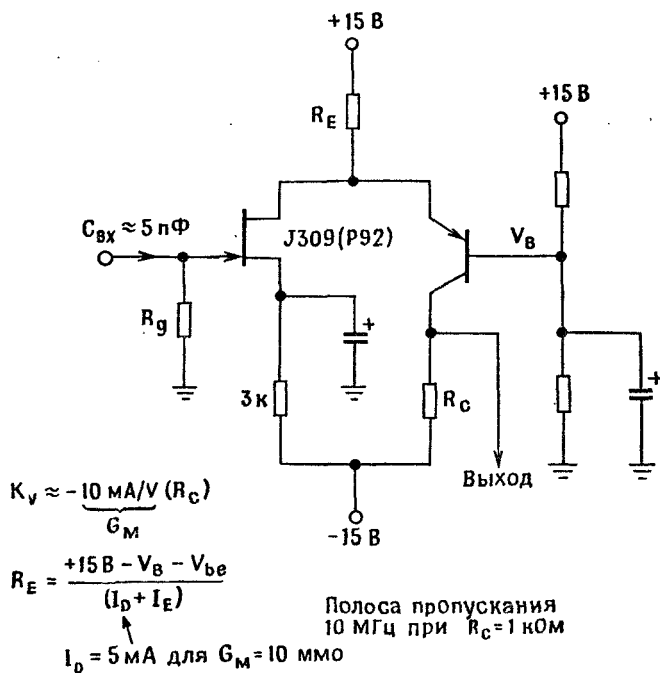
Широкополосный сверхмалозумящий предусилитель с малой входной емкостью. Можно использовать транзисторы типа КП314А и КП307Ж.



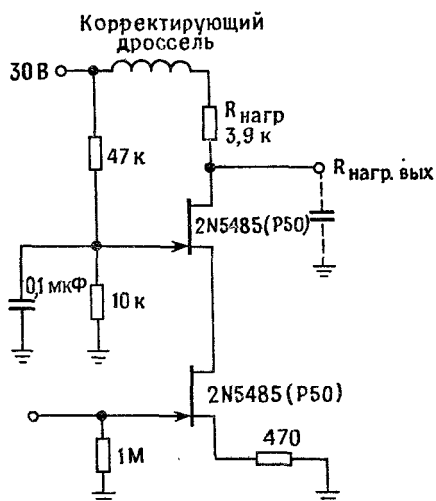
Усилитель ультразвукового преобразователя с большим коэффициентом усиления. Можно использовать транзисторы типа КТ342, КТ3107 и др.



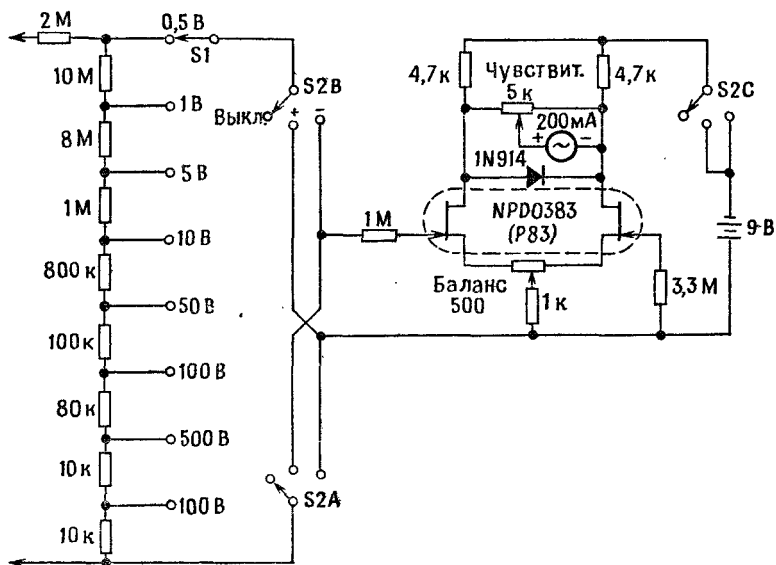
Кварцевый генератор Пирса на полевом транзисторе с $p-n$ -переходом.
Можно использовать транзистор типа КП302А.



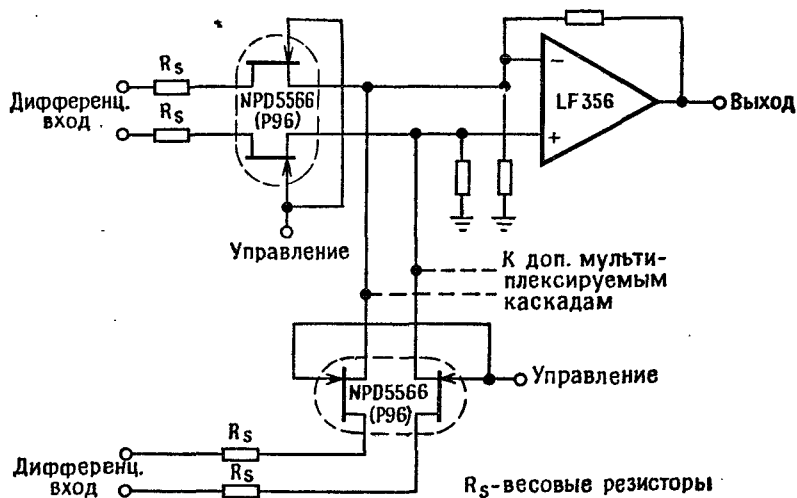
Малозумящий видеоусилитель с очень малой входной емкостью.
Можно использовать транзисторы типа КП303А и КТ3107Л.



Каскодный видеосуилитель на полевых транзисторах.
Можно использовать транзисторы типа КП302А.

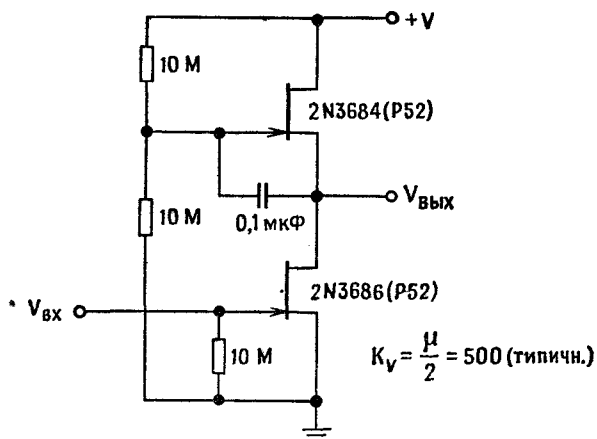


Вольтметр на полевых транзисторах.
Можно использовать транзисторную сборку К504НТ2Б и диоды типа КД521А.



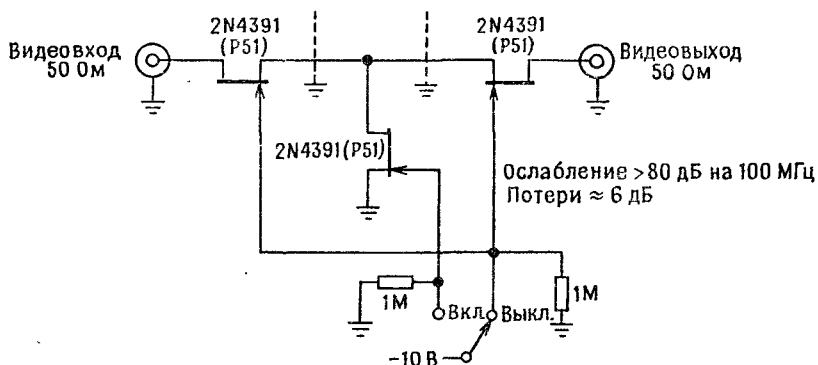
Дифференциальный аналоговый ключ.

Можно использовать транзисторные сборки К504НТ1Б и ОУ типа КР140УД18.



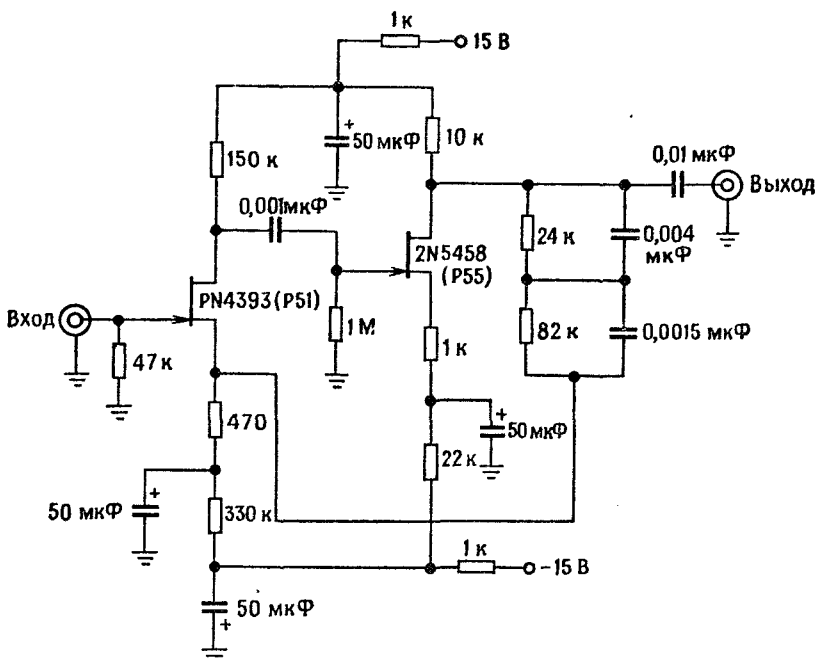
Усилитель звуковых частот со сверхвысоким коэффициентом усиления.

Можно использовать транзисторы типа КП303 и КП307.



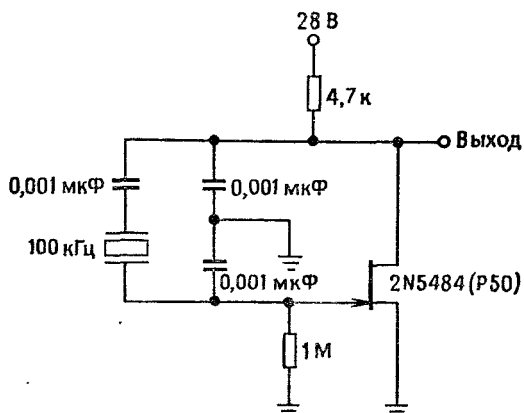
Высокочастотный ключ.

Можно использовать транзисторы типа КП303А.

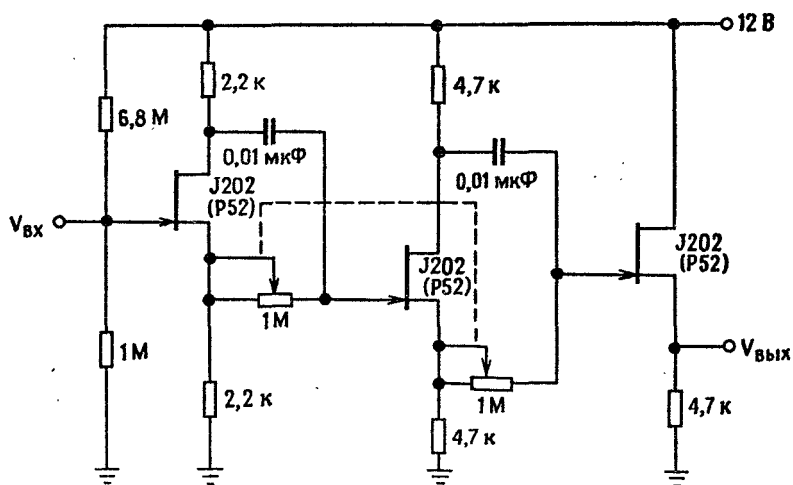


Предусилитель для магнитной головки звукоснимателя.

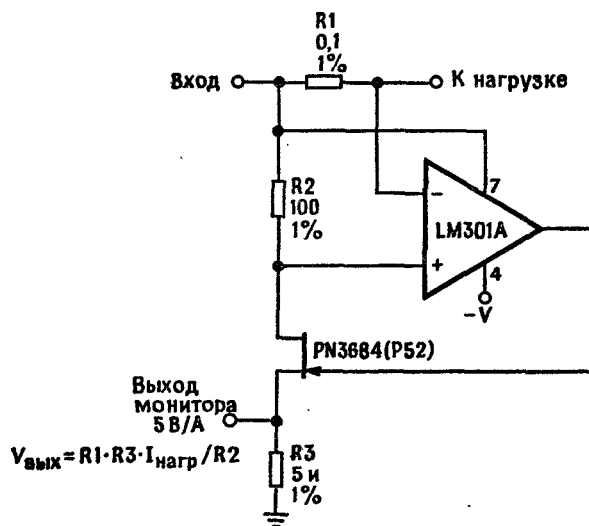
Можно использовать полевые транзисторы типа КП303, КП307 и КП314.



Стабильный кварцевый генератор низких частот.
Можно использовать транзистор типа КР303А.

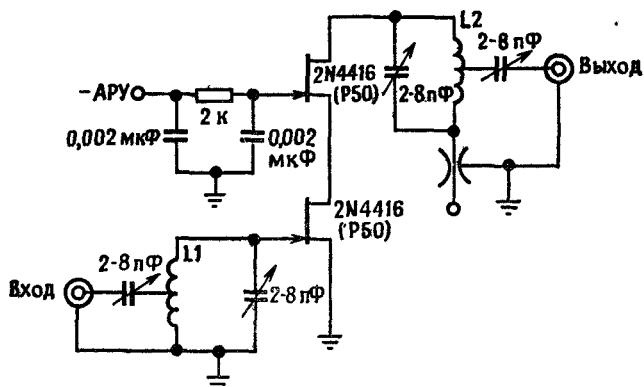


Фазовращатель 0 — 360°.
Можно использовать транзисторы типа КР302 и КР303.



Токовый монитор.

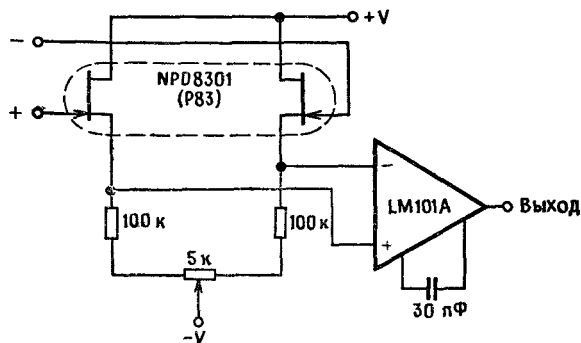
Можно использовать транзисторы типа КР301Б и ОУ типа К153УД6.



Каскодный усилитель на частоту 200 МГц.

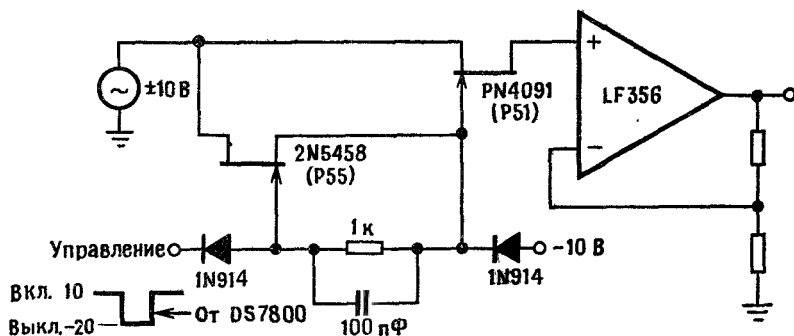
Диапазон АРУ -59 дБ; усиление -17 дБ; L1 = 0,07 мкГн с отводом от середины; L2 = 0,07 мкГн с отводом от 1/4 витков от "холодного" конца.

Можно использовать транзисторы типа КР312.



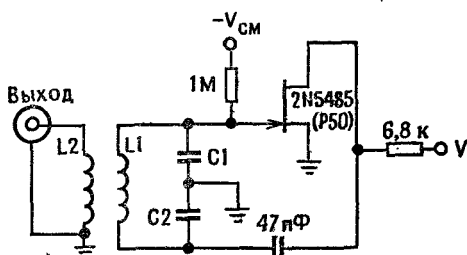
Операционный усилитель с полевыми транзисторами.

Можно использовать транзисторную сборку типа К504НТ2 и ОУ типа К153УД6.



Высокочастотный аналоговый ключ с высоким коэффициентом ослабления.

Можно использовать транзисторы типа КП303 и КП307 и ОУ типа КР140УД18.

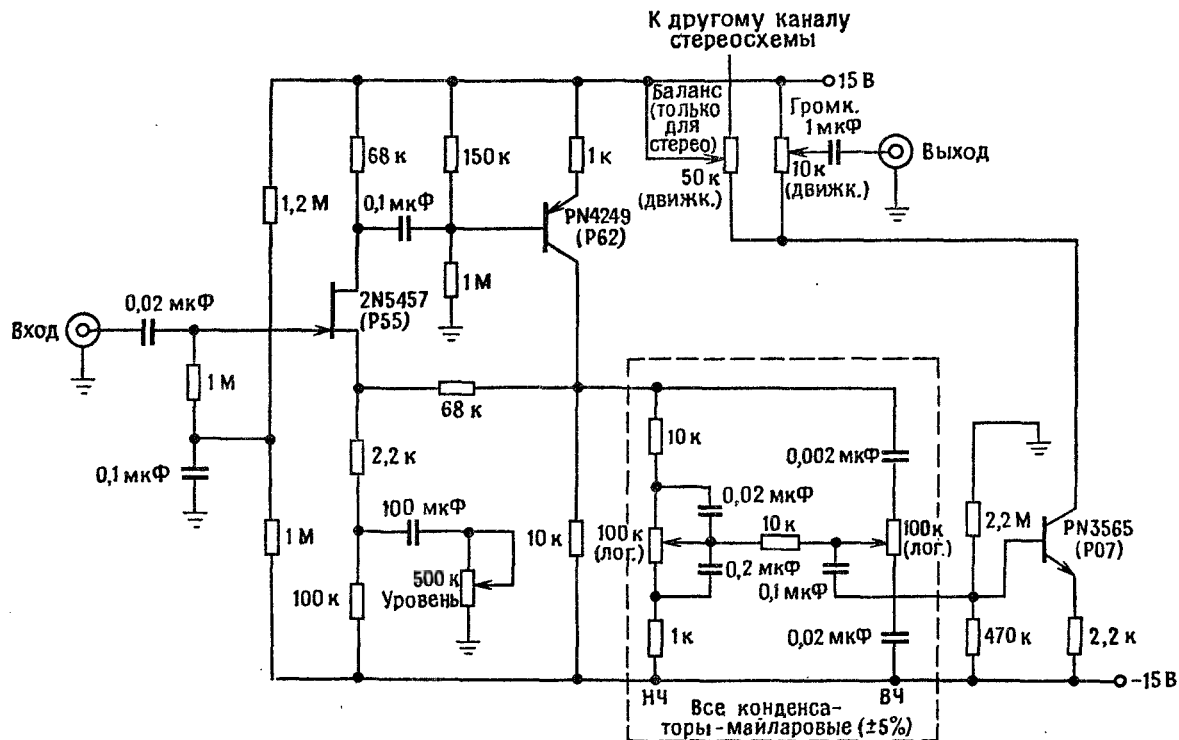


Генератор с малыми искажениями.

Номиналы элементов генератора на 20 МГц:

$L1 = 1,3$ мкГн; $L2 = 10$ витков, диаметр намотки 6,35 мм, длина — 12,7 мм; $C1 = 700$ пФ; $C2 = 5$ пФ; $V = 16$ В, $I_c = 1$ мА. Параметры генератора: уровень 2-й гармоники составляет —60 дБ, а уровень 3-й гармоники больше —70 дБ.

Можно использовать транзистор типа КП302Б.



Недорогой предусилитель больших сигналов и схема регулировок тембра.

Можно использовать транзисторы типа КП302Б, КТ3102 и КТ3107.

Глава 25

Схемы для начинающих

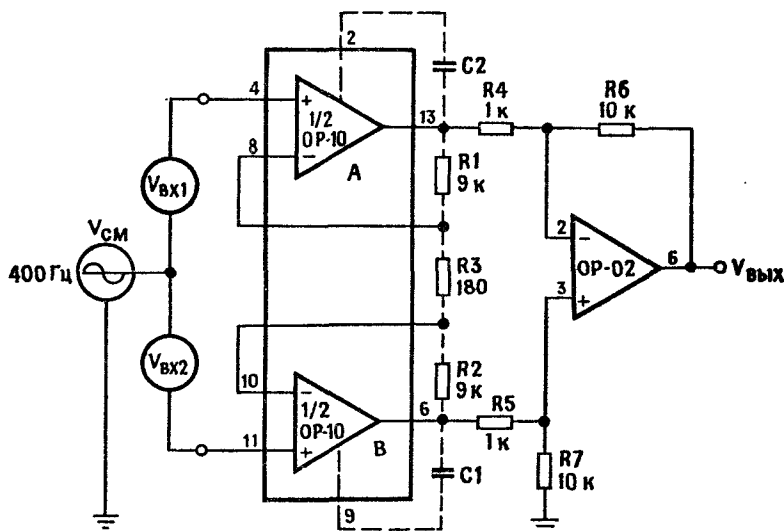
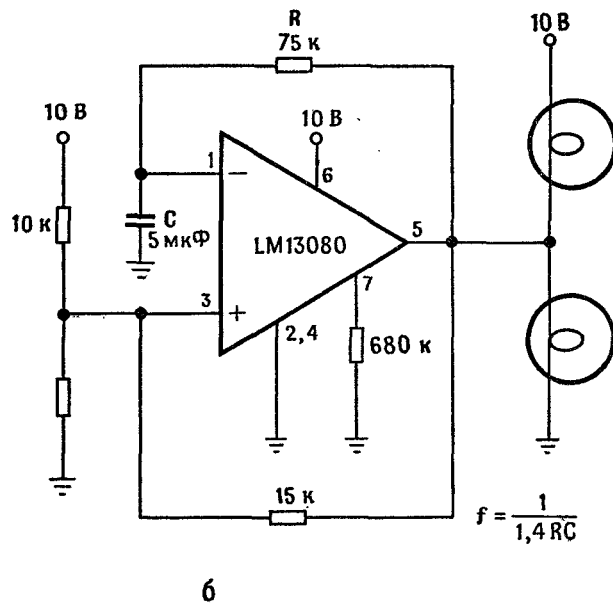
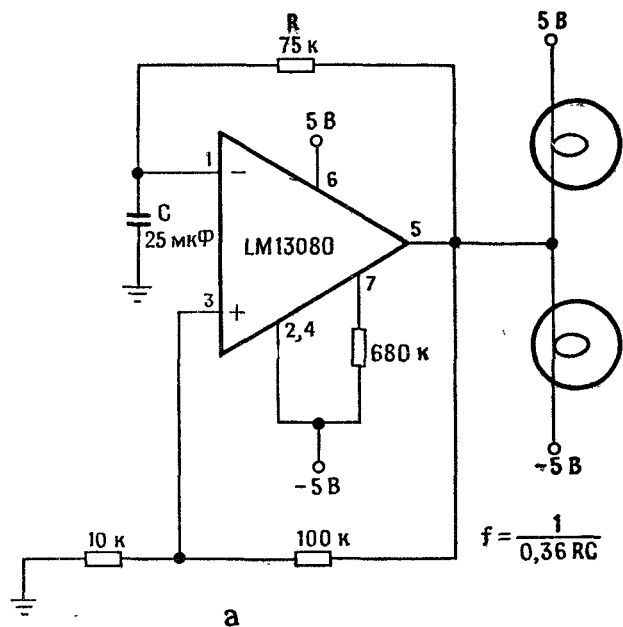


Схема инструментального усилителя на трех операционных усилителях.

Пояснения

1. $V_{ВЫХ} = (V_{ВХ1} - V_{ВХ2}) K_V$
2. $K_V = \left(1 + \frac{R1 + R2}{R3}\right) \frac{R6}{R4} = 1000$.
3. КОСС = 20 на постоянном токе.
4. Если $R6/R4 = R7/R5$, КОСС = 120 дБ (на постоянном токе).
5. На частоте 400 Гц КОСС зависит от различий в частотных характеристиках каскадов А и В.
6. Номиналы конденсаторов $C1$ и $C2$ необходимо выбирать в диапазоне 5 – 100 пФ, подбирая частотные характеристики каскадов таким образом, чтобы обеспечить максимальное значение КОСС на частоте 400 Гц.

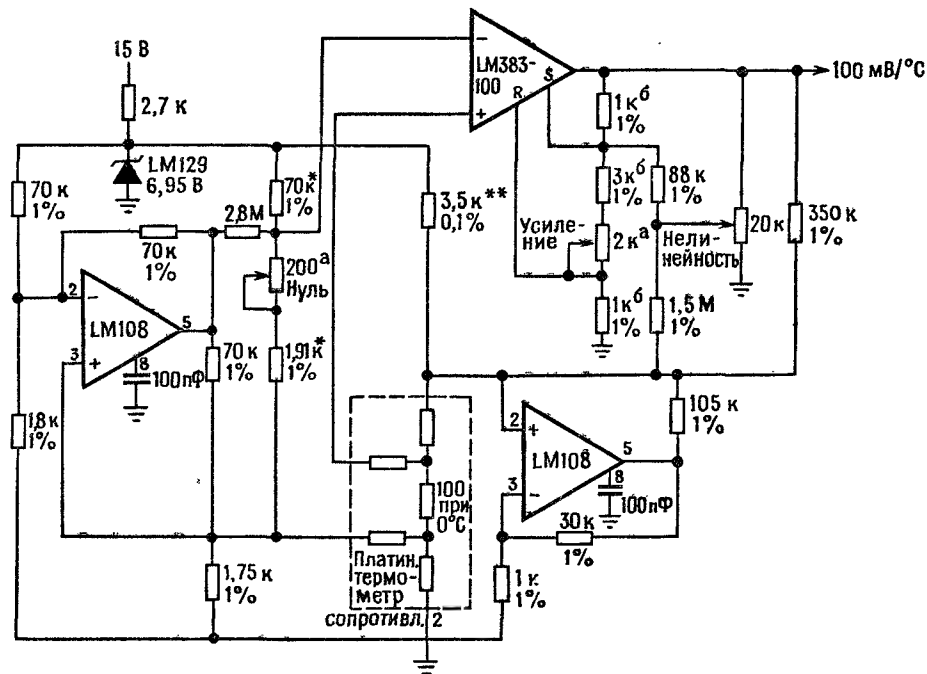
Можно использовать ОУ типа К153УД5 и К140УД17.



Низкочастотная "мигалка" (схема управления реле).

а — схема с расщепленными источниками питания; **б** — схема с **одиничным источником питания**.

Можно использовать ОУ типа К157УД1 (в типовом включении).



Платиновый термометр сопротивления с коррекцией характеристики.

* Дрейф этих резисторов не превышает $0,0005\%/^{\circ}\text{C}$.

** Дрейф этого резистора не превышает $0,0005\%/^{\circ}\text{C}$.

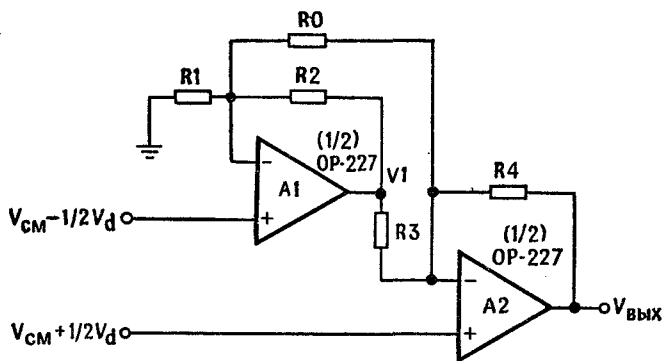
а) Дрейф этих резисторов не превышает $0,01\%/^{\circ}\text{C}$.

б) Дрейф этих резисторов не превышает $0,002\%/^{\circ}\text{C}$.

Схема термометра имеет точность $0,01\%$ в диапазоне $-50^{\circ}\text{C} - +150^{\circ}\text{C}$.

Уникальное устройство коррекции исключает громоздкую процедуру коррекции взаимодействующих регулировок, поэтому коррекция нуля, усиления и нелинейности может быть проведена только один раз.

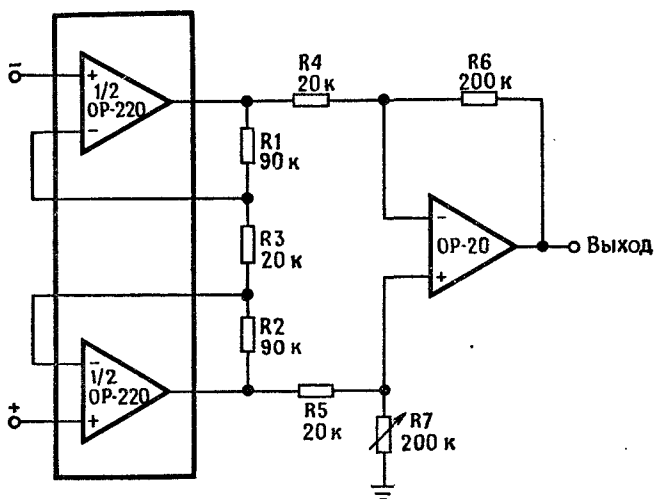
Можно использовать любые прецизионные ОУ с типовыми цепями коррекции.



$$V_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_4}{R_3} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3}{R_4} \right) + \frac{R_2 + R_3}{R_0} \right] V_d + \frac{R_4}{R_3} \left(\frac{R_3}{R_4} - \frac{R_2}{R_1} \right) V_{\text{CM}}$$

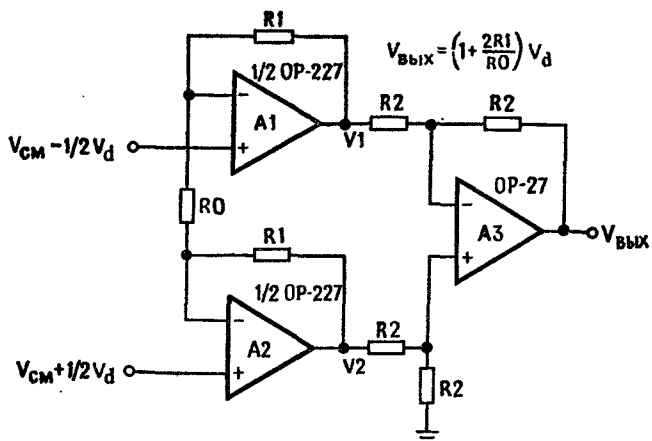
Инструментальный усилитель на трех ОУ.

$V_{\text{ВЫХ}} = V_{\text{ВХ}} \left(1 + \frac{R_1 + R_2}{R_3} \right) \frac{R_6}{R_4}$. Линейность усиления составляет 0,002%, а коэффициент усиления равен 100. Скорость нарастания равна 0,05 В/мкс, КОСС = 104 дБ. Если $R_6/R_4 = R_7/R_5$, то КОСС = 148 дБ. Резистор R_7 необходимо подстраивать для получения максимального значения КОСС. Можно использовать ОУ типа К153УД5, К140УД17 и др.

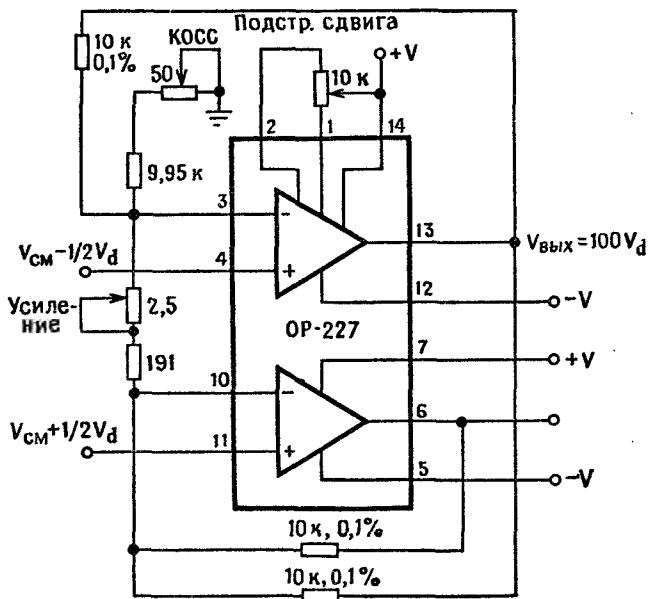


Инструментальный усилитель с дифференциальным входом.

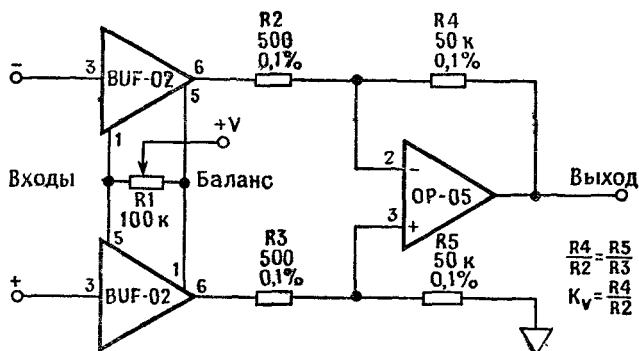
Можно использовать ОУ типа К140УД17.



Инструментальный усилитель на сдвоенных ОУ.
Можно использовать ОУ типа К140УД20.

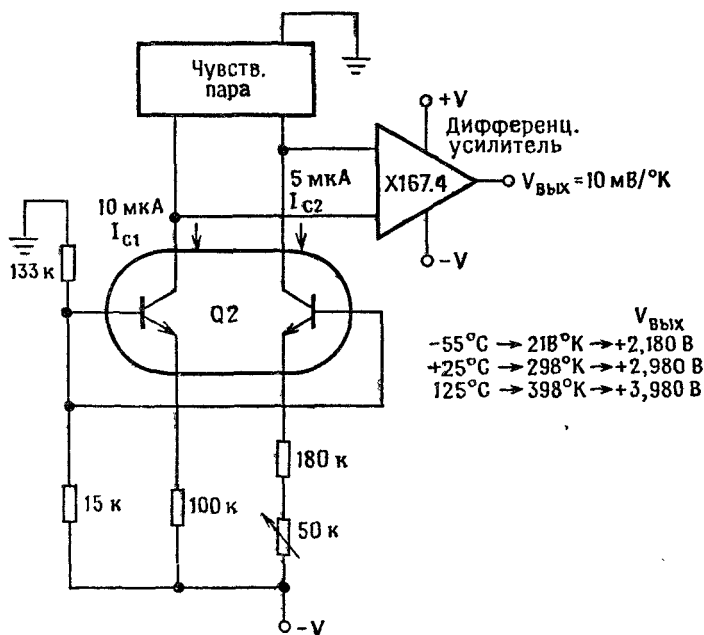


Инструментальный усилитель на сдвоенных ОУ.
Можно использовать ОУ типа К140УД20.



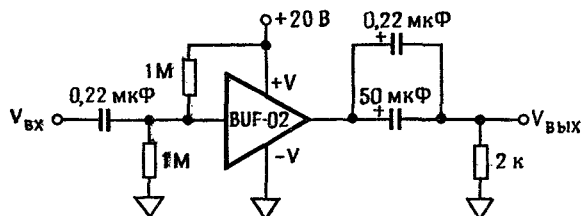
Инструментальный усилитель на трех ОУ.

Можно использовать ОУ типа К153УД5.



Стандартная схема температурного датчика.

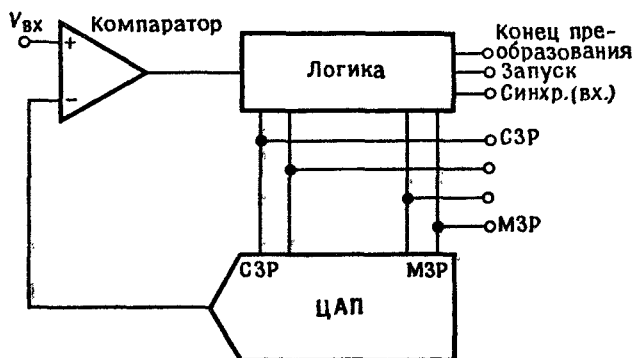
Можно использовать ОУ типа К153УД5 и транзисторные сборки типа 159НТ1В.



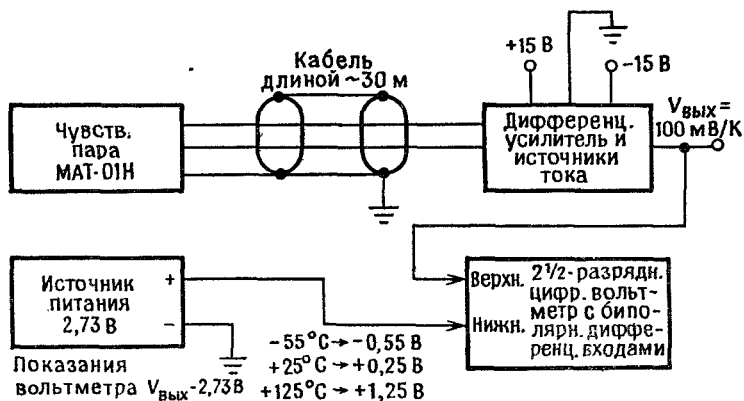
Быстродействующий буферный усилитель переменного тока.

Конденсатор емкостью 0,22 мФ необходим для уменьшения выходного импеданса на высоких частотах.

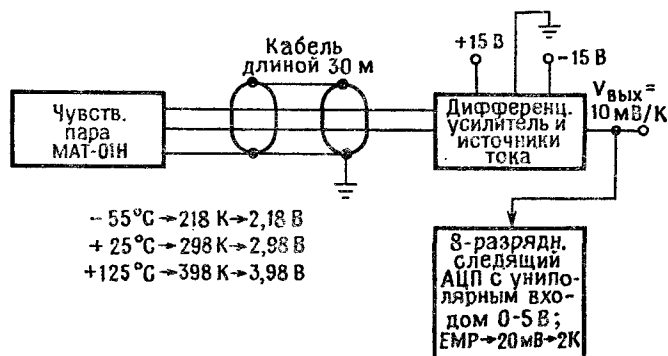
Использована специальная микросхема фирмы Precision Monolithics.



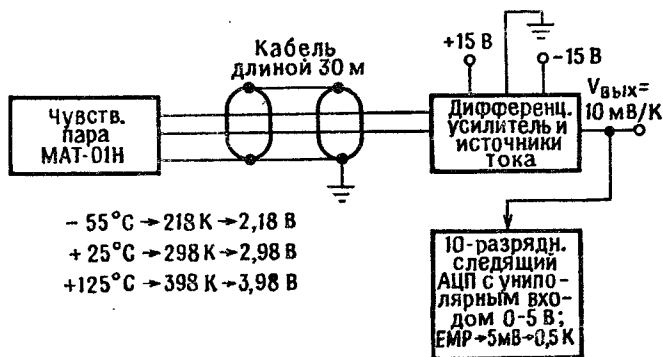
Стандартный АЦП с обратной связью.



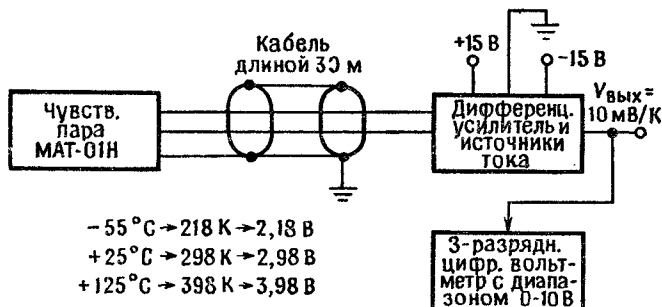
Цифровой термометр с отсчетом показаний в градусах Цельсия.



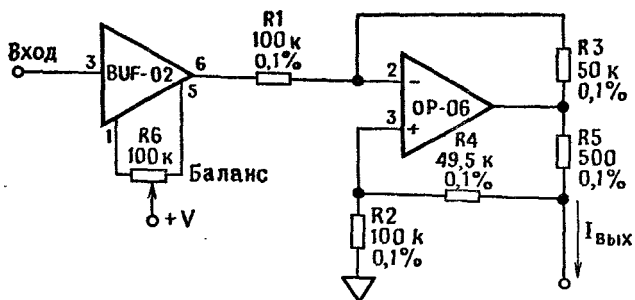
Двоичное кодирование температурных показаний с разрешением 2 К.



Двоичное кодирование температурных показаний с разрешением 5 К.



Основная схема цифрового термометра с отсчетом показаний в градусах Кельвина



Двухнаправленный источник тока.

Можно использовать ОУ типа К140УД17.

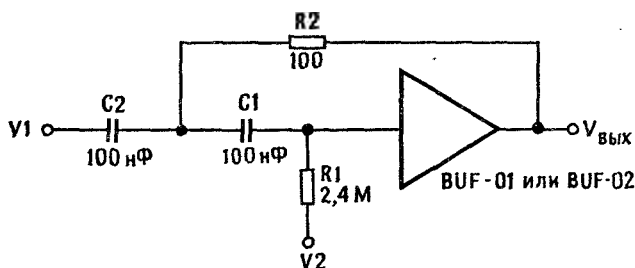
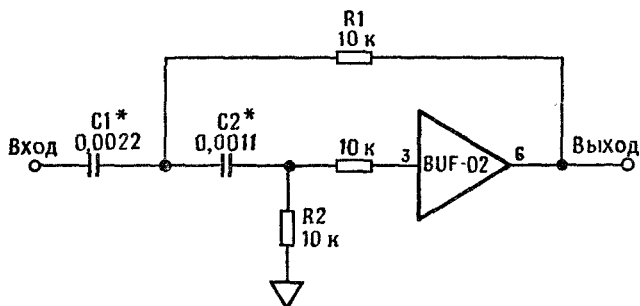


Схема настраиваемого фильтра.

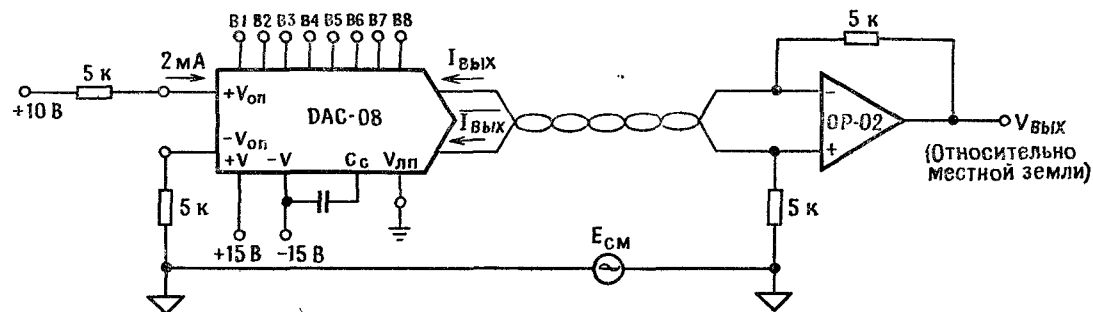
Можно использовать ОУ типа К140УД11



Активный фильтр высоких частот второго порядка.

* Номиналы элементов указаны для частот среза 10 кГц. Для получения хорошей температурной стабильности используются поликарбонатные конденсаторы.

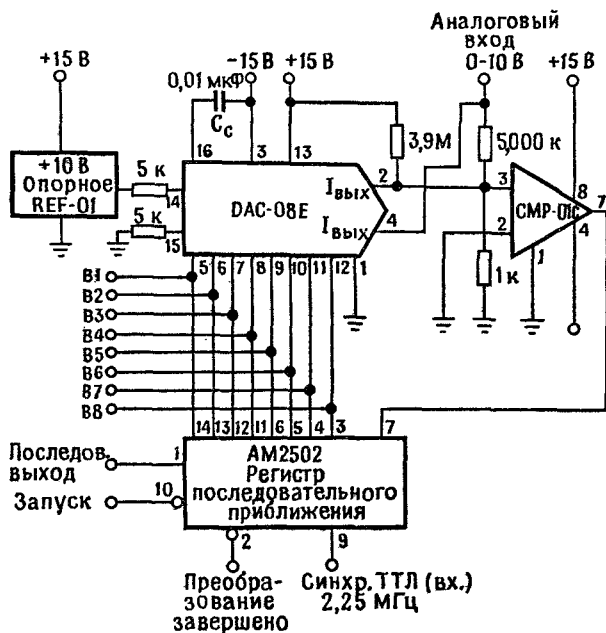
Можно использовать ОУ типа К140УД11.



Нечувствительный к шумам преобразователь ток — напряжение.

Шкала	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$V_{\text{вых}}, \text{В}$
Полная положительная шкала —EMP	1	1	1	1	1	1	1	1	+9,920
Полная положительная шкала —2EMP	1	1	1	1	1	1	1	0	+9,840
Ноль шкалы (+)	1	0	0	0	0	0	0	0	+0,040
Ноль шкалы (—)	0	1	1	1	1	1	1	1	—0,040
Полная отрицательная шкала +2EMP	0	0	0	0	0	0	0	1	—9,840
Полная отрицательная шкала +EMP	0	0	0	0	0	0	0	0	—9,920

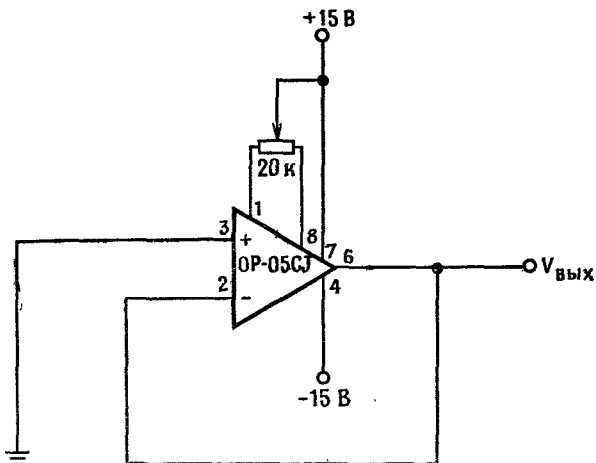
Можно использовать ЦАП типа К594ПА1 и ОУ типа К140УД11.



Недорогой АЦП на трех микросхемах.

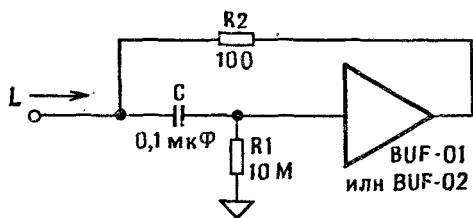
Для непрерывного преобразования соединить выводы "запуск" и "преобразование завершено".

Возможны замены: DAC-08E → К594ПА1; AM2502 → К155ИР17; CMP-01C → К521СА4.



Источник прецизионного милливольтного сигнала без стабилизатора.

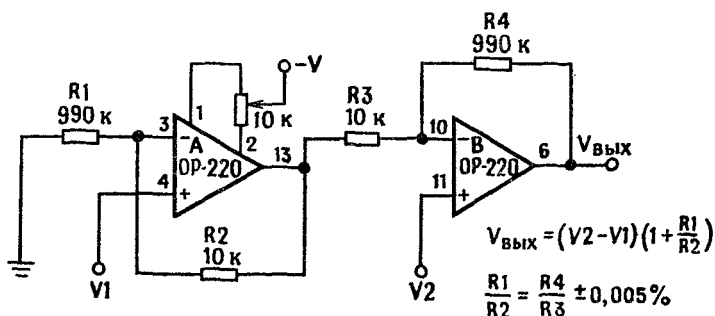
Можно использовать ОУ типа К140УД17.



Эквивалент индуктивности L .

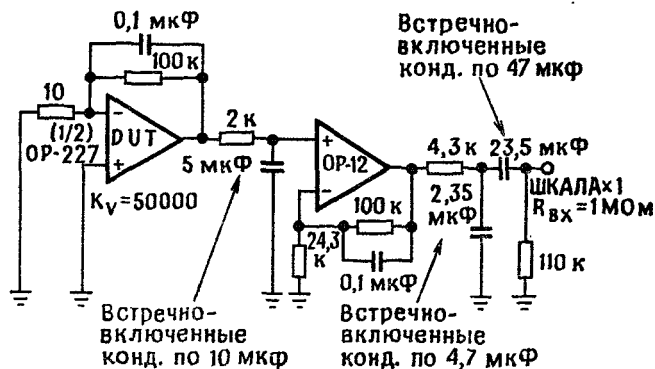
$L = R_1 R_2 \cdot C = 100 \text{ Гн}$; $R_s = R_2 = 100 \text{ Ом}$; $R_p = R_1 = 10 \text{ МОм}$. Если $C_{\text{паразиты}}$ (параллельно R_1) = 5 пФ, то верхняя граничная частота равна 7 кГц. $X_L = 100 \text{ Ом}$ на частоте $f = 0,159 \text{ Гц}$.

Можно использовать любой ОУ, скорректированный до $K_V = 1$.



Инструментальный усилитель на двух ОУ.

Можно использовать ОУ типа К140УД20.



Генератор шума в полосе 0,1 — 10 Гц.

Можно использовать ОУ типа К153УД5.

Предметный указатель

Адаптер управляемой лампы-вспышки 500

Аттенюатор бесшумный 190

- программируемый 520
- управляемый напряжением 233
- цифровой 306

АЦП быстрый прецизионный 178—179

- погасифмический трехдекадный 140
- микросекундный 156
- на трех ИМС недорогой 137, 199, 575
- отношений 4-квадрантный 151
- последовательного приближения 170, 171

— — — 10-разрядный 205

— следящий 166

— — управляемый микропроцессором 169

— с "программным" РПП 482

— с разделением функций во времени 165

— стандартная схема 141

— стандартный с обратной связью 571

— типовая схема с дифференциальным входом 153

— циклический 170

— 4-канальный с последовательным опросом 144

— 8-разрядный с быстродействием 1 мкс 154—155

— 10-разрядный 159

— — "знак-величина" 163

— 12-разрядный быстрый 164

Батарея солнечная 471

Блок синхронизации для кодировщика 530

Ваттметр для измерения выходной мощности 53

— силовой 51

Видеоусилитель 319

— каскодный 558

— малошумящий 557

Вокодер полный дуплексный 212

Вольтметр 48

— "памповый" 43

— на полевых транзисторах 558

— переменного тока 50

— цифровой автоматический 148—149

— — быстродействующий полная схема 44—45

— — на микропроцессоре 56

— — схема автоматической калибровки 57

— — 2 1/2-разрядный 54—55

Восстановитель синхроимпульсов 133

Выключатель сенсорный 403

— электронный 548

Вычислитель цифровой алгебраический 194

Генератор временных задержек 441, 503

— для изучения телеграфной азбуки 348

— звукового сигнала 115, 126

— импульсов 129, 131

— инверсной характеристики RIAA 241

— кварцевый 347, 557, 561

— для приемника на 27 МГц 353

— на частоту 200 МГц 345

— — ЭСЛ 344

— — на гармониках 346

— — управляемый напряжением 345

— колебаний различной формы, быстродействующий 118, 121

— — треугольной формы 125

— коэффициент полинома 125

— ЛИН 120, 122

— — низкочастотный программируемый 119

— повышенной мощности с малыми искажениями 344

— произвольной степенной функции 131

— прямоугольных колебаний 114, 334, 338

— синусоидального напряжения 115, 119

— синусоидальных колебаний 116, 117, 348

— — — с кварцевой стабилизацией 349

— — — управляемый напряжением 347

— с малыми искажениями 563

— стабилизированный с мостом Вина 346

— ступенчатого напряжения 115, 119

— с экспоненциальным цифровым управлением 343

— управляемый напряжением 342, 349

— функциональный управляемый кодом 124

— — схема подключения 126

— частотно-модулируемый 127

- частотно-манипулированного сигнала, многоканальный 397
- шума на r - l -переходе 228, 576
- Громкоговоритель с инфракрасной связью 467**
- Датчик детектора перемещения 473**
 - напряжения изолированный 474
 - освещенности 468
 - превышения температуры 398
 - температурный 502, 519
 - — изолированный 402
 - — стандартная схема 570
 - температуры электронный 442
- Демодулятор частотно-манипулированного сигнала 387**
- Денситометр блок-схема 61**
- Детектор АМ 231**
 - АМ—ЧМ высококачественный 368
 - — двухкристальный 369
 - дыма фотоэлектрический 429
 - задымленности 413, 416
 - малых перемещений 475
 - пересечения нуля 75, 499
 - пиковый дифференциальный 107
 - — отрицательных значений 106
 - — положительных значений (схеме с нулевым $V_{см}$) 103, 105
 - — программируемый 104
 - — пламени 528
 - сигнала магнитного преобразователя 427
 - уровня жидкости 439
 - — сигнала 522
 - — с цифровым управлением 197
 - фазочувствительный 516, 517
 - частоты с простой индикацией 391
- Дешифратор вызывных частот 384**
 - ИКМ-преобразователя, 8-канальный 388
 - частотно-манипулированного сигнала 387, 388
 - частоты узкополосный 383
- Замок цифровой 412**
- Измеритель выходного напряжения 0 —10 В 400**
 - выходной НЧ-мощности 402
 - освещенности 401
 - параметров конденсаторов резисторов и стабилитронов 59
 - потока жидкости 50
 - расстояния ультразвуковой 403
 - температуры полная схема 408
 - тока диапазонный 42
 - числа оборотов двигателя 456, 459
 - шкальный на диапазон 0 —5В 526
- ИМС 75325 в качестве драйвера памяти 494—495**
 - U250, использование 361
- Индикатор ЖК 3 1/2-разрядный мультиплексруемый 504**
 - — линейный 412, 432
 - обнаружения неисправности в сети питания 193
 - ликовых значений полная схема 102
 - сигнала 422
 - срока службы прерывателя 459
 - уровня жидкости 516
 - — записи 228, 229
 - ширины полосы звукового сигнала 255
 - электромеханический 4-разрядный 535
- Интегратор 72**
 - импульсов детектора гамма-излучения 527
 - — с аналоговым сбросом 449
- Интерфейс АЦПУ для микропроцессора MC68000 480**
 - клавиатуры быстросрабатывающий 437
 - микроконтроллера 8048 481
 - микропроцессора Z-80 484
 - — 6502 485
 - — 6800, 6801 и 6809 487
 - — 8080 и 8085 481, 486
 - микропроцессорный, функционального генератора 483
 - телетайпа 492—493
 - 12-разрядного АЦП полная схема 476—477
- Источник опорного напряжения 76, 77**
 - — — высокостабильный 67
 - — — с регулировкой 75
 - — — с ограничением тока 16
 - — — питания высоковольтный 8
 - — дистанционное управление 31
 - — для замены аккумулятора 23
 - — импульсный двухтактный 10—13
 - — — 400-ваттный 14
 - — слаботочный 33
 - — с цифровым управлением 15
 - — типовая схема 7
 - прецизионного милливольтового сигнала 575
 - программируемый 452
 - тока 546
 - — двунаправленный 573
 - — працизионный 74
- Каскад резонансный 302**
- Ключ аналоговый высокочастотный 563**
 - — дифференциальный 559
 - — высокочастотный 560
 - — статический трехпозиционный 448
 - — тиристорный 446, 449
- Кодировщик 8-канальный 186—188**
 - 8-разрядный использующий СИС РПП 184
 - — типовый 171

Компаратор фазовый 225
Компрессор с введением предсказаний
Hi-Fi 235
Контроллер кодировщика-декодировщика 529
— COMDAC 525
— следящего привода 410

Линия связи волоконно-оптическая 474

Магнитофон кассетный батарейный 554
— монофонический 218

Метод получения больших временных задержек 445
"Мигалка" 417

- несимметричная 436
- низкочастотная 566
- тиристорные схемы 505

Микрофон беспроводный 382

Милливольтметр 49

Модем частотно-манипулированного сигнала
полный дуплексный 389
— — — стандартный 385, 386

Модуль кадровой развертки для черно-белых
телевизоров 257, 258

- усилителя на диапазон частот 225—
400 МГц 326

Модулятор AM 232

- для генератора испытательного сигнала 267
- для дисплея 259
- частотно-манипулированного сигнала 535

Монитор токовый 562

Мультивибратор с цифровым управлением 111

Мультиметр 3 1/2-разрядный 52

Мультиплексор 4-канальный дифференциальный
209—210, 536—537
— 16-канальный 538

Ограничитель тока с обратной характеристикой 33

Одновибратор 100

- маломощный 101
- с блокировкой входа 100
- с входным компаратором 99
- управляемый кодом 109
- микропроцессором 112

Панель индикаторная 539

Передачик для ИК-управления 378

- модема 527
- несущей частоты 200 КГц с частотной манипуляцией 395
- сигналов по сети питания 380
- термодпары 381
- телеметрического сигнала 380
- ультразвуковой 549

Переключатель двунаправленный с защитой 448

Перемножитель с токовым выходом 515

- 2-квадрантный с экспоненциальной характеристикой 191

pH-метр 409

Плата демонстрационная декодировщика 532

- кодировщика 533

Повторитель напряжения 72, 73

- прецизионный 77

Предусилитель больших сигналов 564

- высококачественный 553
- для акустических датчиков; чувствительный 254
- для магнитной головки звукозаписывающего 222, 560
- для магнитофона 256, 292
- для фотоприемника 317, 431
- для электрофона 230, 289
- кассетного магнитофона 286—288
- — — проигрывателя 285
- микрофонный маломощный 239, 276
- с коррекцией RIAA/NAB 236
- широкополосный 299, 556

Преобразователь "аналог-код" с двойным интегрированием 161

- ИКМ 8-канальный 392
- "код — частота" 175
- колебаний треугольной формы в синусоидальную 123
- на ИМС NE 5561 37, 39, 40—41
- "напряжение — частота" прецизионная схема 271
- напряжения типичная схема 549
- постоянного тока 36
- — на 1,5 Вт 271
- сигнала разбаланса моста 192
- "сопротивление — напряжение" 53
- спектра частот 272, 273
- с последовательной передачей данных 167
- "СКЗ — постоянный ток" широкодиапазонный 270
- схема с коррекцией симметрии выходного напряжения 38
- "температура — ток" двухвыводной 404
- температура с дистанционным датчиком, прецизионный 407, 518
- "ток — напряжение" 574
- "частота — напряжение" 274

Привод дисплея на ЭЛТ 497

Приемник двухкаскадный с солнечной батареей 464

- и схема управления двигателем 433
- однокаскадный 465
- сигналов ВОЛС 465

Приемопередатчик дистанционного ИК-управления 381

- дифференциальный 499

Применение отражающего оптрона 471, 472

Радиоприемник автомобильный 356

- с электронной настройкой 358
- АМ на одной микросхеме 360
- на диапазон 0,5 — 1,5 МГц 352
- АМ—ЧМ 353, 354—355, 359, 555
- коммерческого диапазона частот 379
- на частоту 27 МГц 352, 356
- стандартных частот 362
- супергетеродинный простая схема 351
- телеметрических сигналов 364
- транзисторный однокаскадный 350

Расширитель импульсов 502**Расщелитель звукового сигнала с цифровым управлением 234****Регистр последовательного приближения (РПП) 189****Регулятор:**

- громкости компенсированный 223
- мощности 420
- напряжения 457
- для проекционной лампы 472
- освещенности тиристорный 501
- скорости вращения электродвигателя 398, 410, 430
- тембра 223
- активный 225
- — с буфером 224
- — — трехполосный 226
- температуры 405, 406, 429, 518
- усиления высокочастотный 237
- яркости 419, 421

Световое управление моделью 465**Селектор внутренней связи 413**

- каналов, управляемый постоянным током 256

Сигнализатор газ/дым 416 — 422

- угона автомобиля 455
- управляемый светом 467

Сирена двухтональная 399

- с изменяемой частотой 408

Система ввода данных 540, 541

- демонстрационная цифрового управления 534
- обработки аналоговых сигналов COMDAC 394
- ратрансляционная типовая 393
- сбора данных 4-канальная 531
- 8-разрядная 8-канальная 182—183
- 12-разрядная 8-канальная 180—181

Смеситель 390, 394, 397**Сопрежения стандартные 483****Стабилизатор импульсный 19, 27, 35, 37**

- на ток до 3А 17
- каскадный 29
- ключевой, понижающая схема 456
- линейный с ограничением тока 17
- напряжения биполярный 22
- — высоковольтный 9

- на ток 2А с ограничением тока 9
- с изменяемым выходным напряжением 22, 30, 31
- с $V_{\text{вых}} \geq \pm 15 \text{ В}$ 22
- освещенности 475
- отрицательного напряжения с защитой 27
- параллельный 18
- подстраиваемый, отрицательного напряжения 32
- сдвоенный силовой точный 21
- с дистанционным включением 32
- силовой точный 24, 26
- с защитой от короткого замыкания 25
- с ограничением тока 25
- симметричный $\pm 15 \text{ В}$ 34
- с регулируемым выходом 24, 28
- схема последовательного соединения 36
- тока 19, 25, 26
- с фиксированным выходным напряжением 24
- типовая конфигурация 35
- типовая схема, с отрицательным напряжением 32
- традиционная схема 34

Стереодекoder 226**Стереопроигрыватель высококачественный каскадный 216**

- автомобильный 217
- каскадный мощностью 2х 10 Вт 296

Стеревербератор 214 — 215

- улучшенная схема 219

Стереусилитель неинвертирующий 245

- низковольтный 246
- с расщепленным источником питания 303
- $\text{H}_1 - \text{F}_1$, 10-ваттный 294
- — 15-ваттный 293
- 2 х 10 Вт с регулировками 232, 295
- 2 х 15 Вт высококачественный 290

Сумматор аналоговый двух цифровых величин 197**Схема активной цепи, типичная 251**

- аналоговая с открытым оптрoном 470
- аналогового ключа напряжения 241
- АРУ 517, 521
- "беспроволочной" передачи данных при измерении 434
- биполярного привода электродвигателя, типичная 425
- быстродействующего шинного драйвера 425
- вертикального отклонения 259, 260 — 265
- видеоигры 268—269
- включения освещения 435
- временной задержки 443, 446

- выборки хранения 105
- высокооточная 106
- вычисления квадратного корня 514
- разности квадратов 520
- гальванической развязки 468
- — для электростимулятора 411
- детектора истинного среднеквадратич-
ного значения 60
- для обнаружения ЧМ-сигнала 370
- для получения временных задер-
жек 438
- ждущей развертки 62
- зажигания 552
- защиты от перенапряжения 419
- измерения абсолютного значения 70
- сопротивления с автоматической ка-
либровкой 47
- — — працизионная 58
- измерительная с линейной шкалой 497
- индикации правышения скорости 523
- испытательная 162
- калибровки шкалы 529
- линейной шкалы 491
- монитора сердечной деятельности 506
- настраиваемая для ультразвуковых
установок 312
- определения абсолютного значения 65,
110
- леремножения (цифровой аттенюа-
тор) 152
- подключения адаптера к микропроце-
ссору 490
- (ЦАП) 177
- электропринтера 454
- 8-разрядного индикатора 488
- привода двигателя переменного то-
ка 426
- расщепления низкочастотного сигна-
ла 227
- регулировки громкости и тембра 244
- — "синфазная" 245
- скорости вращения 424
- температуры 406
- речевого процессора 423
- с выходами лилообразного и импульс-
ного сигналов 124
- связи между ИМС различных техноло-
гий 477
- ЦАП с микропроцессором 8080А
- сдвига уровня 543
- сигнализации 438, 469
- синусного преобразователя 513
- синхронизации внешних устройств 135
- сопряжения между ЦАП и ИМС 489
- ТТЛ-ВПЛ 488
- специальная для регулирования скоро-
сти вращения электродегавителя 436
- умножения типовая 545
- управления автормобильным кондицио-
нером 458
- ЖК-и индикатором 507
- индикатором на светодиодных ма-
трицах 510, 511, 512
- катоодолюминесцентным индикато-
ром 508, 509
- моделью автомобиля 430
- ложожительным источником пита-
ния 451
- мостовым преобразователем 524
- скоростью и направлением враще-
ния двигателя 424
- цифровым индикатором 429
- шаговым двигателем 427
- электромеханическим индикато-
ром 513
- УПЧ и видеодетектора 266
- усилителя для СВЧ-радиостанции 327
- ФАПЧ 375
- цифрового сложения или вычитания
523
- часов с шестизначной индикацией 428
- шумолодавления стереофоническая
220—222
- Счетчик десятичный на частоту 1,2 ГГц 461, 462**
- 463**
- таймер реального времени 414—415
- Таймер на большие времена 440**
- на ИМС 558 444
- последовательный 444, 447
- программируемый, схема подключе-
ния к микропроцессору 453
- Тахометр 458**
- Термометр акустический 515**
- сопротивления, платиновый 567
- Фаренгейта 407, 422
- Цельсия 405
- цифровой, основная схема 409, 571,
572
- дистанционный 505
- с отсчетом в °C 411
- Тестер двухуровневый працизионный 522**
- для прозвонки кабельной сети 460
- Тиристор в качестве замыкателя 447**
- Тракт ВЧ 367, 368**
- ЧМ 365
- телевизионного приемника звуковой
265, 257
- ЧМ высококачественный 366
- Триггер Шмитта 100**
- Тюнёр автомобильный с UVЧ-каскадом 360**
- АМ-ЧМ 357
- высококачественный 364
- ДВ-СВ-КВ-УКВ 363
- на диапазон 83—108 МГц 367

- Удвоитель частоты 270
 - "незвенящий" 272
- Умножитель аналоговый биполярный 173
 - со схемой сдвига уровня 542, 544
 - цифровой биполярный 172
 - — разрядностью 8х8 бит 195
- УНЧ для радиоприемника 231, 299
 - для электрофона 230
 - мощностью 15—20 Вт 236
 - 15 — 60 Вт 327
 - на 1,2 Вт 547
- УПЧ АМ и ЧМ-тракта 374
 - двухкаскадный 318
 - каскодная схема 371
 - на ИМС 376, 377
- УПЧИ и видеодетектор 372
- Усилитель автомобильного радиоприемника 284
 - буферный инвертирующий 74
 - — быстродействующий 571
 - воспроизведения двухканальный 283
 - выборки-хранения-быстродействующий 113
 - двухканальный с выборкой-хранением 108
 - двухполосный 297, 370
 - широкополосный 319
 - дифференциальный с высоким входным сопротивлением 63, 78
 - для керамического звукоснимателя 246, 279
 - — магнитофонного проигрывателя 284
 - мостовых датчиков 314
 - отклоняющей катушки ЭЛТ 267
 - следящего привода 313
 - термпары 314
 - ЦАП с низким входным сопротивлением 70
 - — электропроигрывателя 298
 - записи, типичная схема 275
 - зарядочувствительный для пьезодатчика 433
 - звуковых частот со сверхвысоким коэффициентом усиления 559
 - изолированный 313
 - импульсный 307, 502
 - инвертирующий 307
 - инструментальный на двух ОУ 63, 66, 576
 - — на двойных ОУ 569
 - — на трех ОУ 66, 73, 565, 568, 570
 - — с высоким входным сопротивлением 67
 - — точный 298
 - каскодный 562
 - линейный для передатчика 320, 323, 324, 336
 - логарифмический стабилизированный 302
 - — традиционная схема 315
 - — нетрадиционная схема 346
 - микрофонный 289
 - мостовой 292, 301
 - мощности 321
 - — двухканальный со схемами регулировок 282
 - — 10-ваттный 279
 - — 12-ваттный 281
 - — 35-ваттный 304
 - — 75-ваттный 283
 - мощностью 3 — 5 Вт 330, 333
 - — 7 — 35 Вт 331, 332
 - — 10 Вт 341
 - — 15 — 60 Вт 328
 - — 25 Вт 340, 550
 - нановаттный 310
 - настраиваемый однокаскадный 310
 - на транзисторах с разной проводимостью 312
 - на 18 Вт 551
 - неинвертирующий с одним источником питания 247
 - — с программируемыми коэффициентами усиления 450
 - — с расщепленным источником питания 248
 - НЧ на 20 Вт/8 Ом или 30 Вт/4 Ом 278
 - — на 40 Вт/8 Ом или 80 Вт/4 Ом 280
 - — операционный мощный 71
 - — прецизионный 64, 69
 - — с полевыми транзисторами 563
 - СВЧ 325, 334, 335
 - с высоким входным сопротивлением 306
 - с защитой от перегрузки 547, 548
 - симметричный 305
 - с напряжением питания 12,5 В 339
 - с общей линией "сигнал — питание" 317
 - с переменным коэффициентом усиления 300
 - с регулятором тембра 300
 - с составными транзисторами 308
 - стереоэлектрофона с регулятором нижних частот 277
 - с целью подъема низких частот 301
 - термпары дистанционный 528
 - тока с дискретными элементами 244
 - тыловых громкоговорителей 278
 - ультразвукового преобразователя 556
 - управляемый напряжением 249
 - электрофона недорогой 281
 - 1-ваттный 365
 - 20-ваттный для автобуса 297, 303
 - 75-ваттный с ограничением тока 285
- Устройство для выравнивания акустических характеристик помещения 242—243
 - для быстрого заряда Ni — Cd-аккумуляторов 82

- для заряда аккумуляторов 80
- зарядное 80
- инвертирующее 72
- проверки генератора 114
- управления подогревателем 501
- 2 1/2-разрядное (ЦАП) 146, 147

Фаззер 251

Фазовращатель 561

Фазометр для синусоидальных сигналов 58

Фазосдвигатель 252–253

Фильтр Баттерворта на 1 КГц 81

- нижних частот 84
- верхних частот 91, 94
- — активный 86
- заградительный с тремя усилителями 83
- с регулируемой добротностью 83
- настраиваемый 85
- заграждающий на 4,5 МГц 94
- настраиваемый 573
- нижних частот активный 81, 85, 87, 91, 94
- — с цифровым управлением 98, 99
- — управляемый напряжением 97
- — расчет 98
- — управляемый производной 101
- ограничения шумов источника опорного напряжения 208
- полосовой 86, 96
- — активный 88, 91, 92–93, 95, 573
- — биквадратный 82
- речевого 90
- "рокот — шум" 238
- Саллен — Ки 95
- полосовой 96
- составной с обратной связью 97
- универсальный 86
- шумовой 88
- эллиптический 89

Формирователь синхросигнала 396

Фотореле 470

- выключатель 469
- чувствительные 464, 466

ЦАП биполярный режим работы 207

- быстросрабатывающий 141

- с буфером 6-разрядный 142
- в импульсном режиме работы 206
- высоковольтный мощный 211
- двоично-десятичный 198, 200
- — 4-канальный 150
- — "знак — величина" 145
- — "знак — величина" 208
- использование отрицательного V_{on} 151, 207
- — положительного V_{on} 162, 206
- — смещенного двоичного кода 165, 203
- — множительный 4-квадрантный 160, 174, 176
- реализация положительного выходного сигнала 169
- — отрицательного выходного сигнала 171
- с использованием смещения 207
- следящий 8-разрядный 143, 158
- стандартная схема 139, 202
- — с автономным питанием 140
- схема биполярного включения 185
- — для проверки 157
- — подключения 196
- — — внешнего опорного напряжения 196
- — с уменьшенной разрядностью 192
- — с уменьшенным временем восстановления 199, 200, 204
- типовая схема 139, 184, 188, 198, 201, 203, 204
- 8-разрядный в стабилизаторе напряжения 172
- 10-разрядный 168
- 12-разрядный с 8-разрядным интерфейсом 476

Цепь Баттерворта 3-го порядка 250

Эквалайзер активный 227

- — десятиполосный 240
- — графический четырехполосный 291

Эквивалент индуктивности 576

Экспандер с компенсацией прайскажений

$N_i - F_i$ 234

Электрофон недорогой 213

Оглавление

Предисловие переводчика	5
Введение.	6
Глава 1. Источники питания и стабилизаторы напряжения	7
Глава 2. Измерительные схемы.	42
Глава 3. Применение операционных усилителей	63
Глава 4. Зарядные устройства.	80
Глава 5. Фильтры.	81
Глава 6. Мультивибраторы, схемы выборки-хранения и пиковые детекторы.	100
Глава 7. Генераторы колебаний и функциональные генераторы	114
Глава 8. Схемы синхронизации	132
Глава 9. Преобразователи аналог-код и код-аналог.	137
Глава 10. Схемы для звуко- и видеотехники	213
Глава 11. Преобразователи и удвоители.	270
Глава 12. Усилители и предусилители для звуко- и видеотехники, радио- передатчиков и других применений	275
Глава 13. Генераторы.	341
Глава 14. Схемы узлов видео- и телевизионных приемников.	350
Глава 15. Схемы узлов передатчиков и приемопередатчиков.	378
Глава 16. Типичные схемы средств связи.	383
Глава 17. Схемы для промышленных применений	398
Глава 18. Таймеры и переключающие схемы	440
Глава 19. Электронные схемы для автомобилей.	455
Глава 20. Логические схемы и счетчики.	461
Глава 21. Фото- и оптоэлектронные схемы.	464
Глава 22. Интерфейсные схемы и схемы для вычислительной техники	476
Глава 23. Отдельные схемы	500
Глава 24. Специальные транзисторные схемы.	547
Глава 25. Схемы для начинающих.	565
Предметный указатель.	577